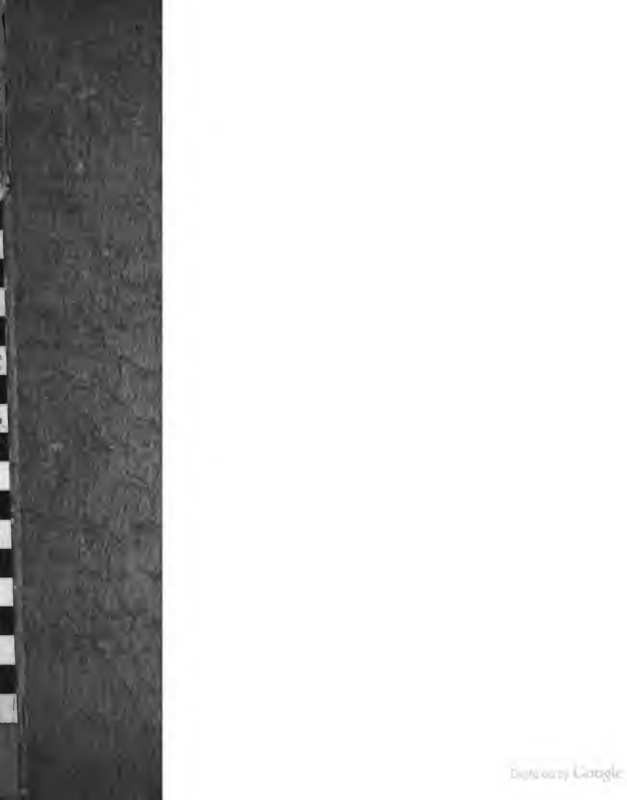

Acad.
118
ACADÉMIE DES SCIENCES.
COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
L'Academie des Sciences
TOME 76.
JUIN 1873.




Tome 76.











COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.





PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME SOIXANTE-SEIZIÈME.

JANVIER — JUIN 1873.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.
1873


SEMINAR

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1873.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Section Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

Chasles (Michel) (C. ✱).
Bertrand (Joseph-Louis-François) (O. ✱).
Hermite (Charles) (O. ✱).
Serret (Joseph-Alfred) (O. ✱).
Bonnet (Pierre-Ossian) (O. ✱).
Puiseux (Victor-Alexandre) ✱.

Section II. — *Mécanique.*

Dupin (Le Baron Pierre-Charles-François) (G. O. ✱).
Morin (Arthur-Jules) (G. O. ✱).
Saint-Venant (Adhémar-Jean-Claude Barré de) (O. ✱).
Phillips (Édouard) ✱.
Rolland (Eugène) (C. ✱).
Tresca (Henri-Édouard) (O. ✱).

Section III. — *Astronomie.*

Mathieu (Claude-Louis) (C. ✱).
Liouville (Joseph) (O. ✱).
Le Verrier (Urbain-Jean-Joseph) (G. O. ✱).
Faye (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (O. ✱).
N. . . . .
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation.*

Tessan (Louis-Urbain Dortet de) (O. ✱).
Paris (Le Contre-Amiral François-Edmond) (G. O. ✱).
Jurien de la Gravière (Le Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✱).
Dupuy de Lôme (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✱).
Abbadie (Antoine-Thompson d') ✱.
Yvon Villarceau (Antoine-Joseph-François) ✱.



SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

BECQUEREL (Antoine-César) (C. ✻).
FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) ✻.
BECQUEREL (Alexandre-Edmond) (O. ✻).
JAMIN (Jules-Célestin) (O. ✻).
N. . . . .
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

CHEVREUL (Michel-Eugène) (G. O. ✻).
REGNAULT (Henri-Victor) (C. ✻).
BALARD (Antoine-Jérôme) (C. ✻).
FREMY (Edmond) (O. ✻).
WURTZ (Charles-Adolphe) (C. ✻).
CAHOURS (Auguste-André-Thomas) (O. ✻).

SECTION VII. — *Minéralogie.*

DELAFOSSE (Gabriel) (O. ✻).
SAINTE-CLAIRE DEVILLE (Charles-Joseph) (O. ✻).
DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (C. ✻).
SAINTE-CLAIRE DEVILLE (Étienne-Henri) (C. ✻).
PASTEUR (Louis) (C. ✻).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) ✻.

SECTION VIII. — *Botanique.*

BRONGNIART (Adolphe-Théodore) (C. ✻).
TULASNE (Louis-René) ✻.
GAY (Claude) ✻.
DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
NAUDIN (Charles-Victor) ✻.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).

Section IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

Boussingault (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (C. ✲).
Decaisne (Joseph) (O. ✲).
Peligot (Eugène-Melchior) (O. ✲).
Thenard (Le Baron Arnould-Paul-Edmond) ✲.
Bouley (Henri-Marie) (O. ✲).
Mangon (Charles-François Hervé-) (O. ✲).

Section X. — *Anatomie et Zoologie.*

Edwards (Henri-Milne) (C. ✲).
Coste (Jean-Jacques-Marie-Cyprien-Victor) (O. ✲).
Quatrefages de Bréau (Jean-Louis-Armand de) (O. ✲).
Blanchard (Charles-Émile) ✲.
Robin (Charles-Philippe) ✲.
Lacaze-Duthiers (Félix-Joseph-Henri de) ✲.

Section XI. — *Médecine et Chirurgie.*

Andral (Gabriel) (C. ✲).
Bernard (Claude) (C. ✲).
Cloquet (Le Baron Jules-Germain) (C. ✲).
Nélaton (Auguste) (G. O. ✲).
Bouillaud (Jean) (C. ✲).
Sédillot (Charles-Emmanuel) (C. ✲).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

Élie de Beaumont (Jean-Baptiste-Armand-Louis-Léonce) (G. O. ✲), pour les Sciences Mathématiques.
Dumas (Jean-Baptiste) (G. C. ✲), pour les Sciences Physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

SÉGUIER (Le Baron Armand-Pierre) (O. ✱).
BUSSY (Antoine-Alexandre-Brutus) (O. ✱).
BIENAYMÉ (Irénée-Jules) (O. ✱).
VERNEUIL (Philippe-Édouard POULLETIER DE) ✱.
PASSY (Antoine-François) (C. ✱).
ROULIN (François-Désiré) (O. ✱).
LARREY (Le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✱).
BELGRAND (Marie-François-Eugène) (C. ✱).
N. . . . .
N. . . . .

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Richard) (O. ✱), à Londres, *Angleterre*.
EHRENBERG (Christian-Gottfried), à Berlin, *Prusse*.
LIEBIG (Le Baron Justus DE) (C. ✱), à Munich, *Bavière*.
WÖHLER (Frédéric) (O. ✱), à Göttingue, *Prusse*.
DE LA RIVE (Auguste) ✱, à Genève, *Suisse*.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin, *Prusse*.
AIRY (Georges-Biddell) ✱, à Greenwich, *Angleterre*.
AGASSIZ (Louis) (O. ✱), à Cambridge, *États-Unis*.

CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

LE BESGUE (Victor-Amédée) ✱, à Bordeaux, *Gironde*.
TCHÉBYCHEF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg, *Prusse*.
SYLVESTER (James-Joseph), à Woolwich, *Angleterre*.
WEIERSTRASS (Charles), à Berlin, *Prusse*.
KRONECKER (Léopold), à Berlin, *Prusse*.

Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

Burdin (Claude) (O. ✱), à Clermont-Ferrand, *Puy-de-Dôme.*
Seguin aîné (Marc) (O. ✱), à Montbard, *Côte-d'Or.*
Moseley (Henry), à Londres, *Angleterre.*
Fairbairn (William) ✱, à Manchester, *Angleterre.*
Clausius (Julius-Emmanuel-Rudolf), à Wurtzbourg, *Bavière.*
Caligny (Anatole-François Hüe, Marquis de) ✱, à Versailles, *Seine-et-Oise.*

Section III. — *Astronomie* (16).

Hansen (Peter-Andrea), à Gotha, *Saxe Ducale.*
Santini (Giovanni), à Padoue, *Italie.*
Argelander (Friedrich-Wilhelm-August), à Bonn, *Prusse.*
Hind (John-Russell), à Londres, *Angleterre.*
Peters (C.-A.-F.), à Altona, *Prusse.*
Adams (J.-C.), à Cambridge, *Angleterre.*
Secchi (Le Père Angelo) (O. ✱), à Rome, *Italie.*
Cayley (Arthur), à Londres, *Angleterre.*
Mac-Lear (Thomas), au Cap de Bonne-Espérance, *Colonie du Cap.*
Struve (Otto-Wilhelm), à Pulkowa, *Russie.*
Plantamour (Émile), à Genève, *Suisse.*
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

Lütke (L'Amiral Frédéric), à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
Tchihatchef (Pierre-Alexandre de) (C. ✱), à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
Richards (Le Capitaine Georges-Henry), à Londres, *Angleterre.*
Livingstone (David).
Chazallon (Antoine-Marie-Remi), à Desaignes, *Ardèche.*
David (l'abbé Armand), missionnaire en Chine.
Ledieu (Alfred-Constant-Hector) ✱, à Grigny, *Seine-et-Oise.*
N. . . . .

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

Hansteen (Christoph), à Christiania, *Norvége*.
Wheatstone (Charles) ✽, à Londres, *Angleterre*.
Plateau (Joseph-Antoine-Ferdinand), à Gand, *Belgique*.
Weber (Wilhelm-Eduard), à Göttingue, *Prusse*.
Hirn (Gustave-Adolphe), au Logelbach, *Haut-Rhin*.
Helmholtz (Hermann-Louis-Ferdinand), à Berlin, *Prusse*.
Mayer (Jules-Robert de), à Heilbronn, *Bavière*.
Kirchhoff (Gustave-Robert), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade*.
Joule (James-Prescott), à Manchester, *Angleterre*.

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

Bunsen (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✽), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade*.
Malaguti (Faustinus-Jovita-Marianus) (O. ✽), à Rennes, *Ille-et-Vilaine*.
Hofmann (Auguste-Wilhelm), à Londres, *Angleterre*.
Favre (Pierre-Antoine) ✽, à Marseille, *Bouches-du-Rhône*.
Marignac (Jean-Charles Galissard de), à Genève, *Suisse*.
Frankland (Edward), à Londres, *Angleterre*.
Dessaignes (Victor), à Vendôme, *Loir-et-Cher*.
N. . . . .
N. . . . .

Section VII. — *Minéralogie* (8).

Rose (Gustav), à Berlin, *Prusse*.
Omalius d'Halloy (Jean-Baptiste-Julien d'), à Halloy, près de Ciney, *Belgique*.
Sedgwick (Adam), à Cambridge, *Angleterre*.
Lyell (Sir Charles), à Londres, *Angleterre*.
Damour (Augustin-Alexis) (O. ✽), à Villemoisson, *Seine-et-Oise*.
Naumann (Carl-Friedrich), à Leipzig, *Saxe*.
Miller (William Hallowes), à Cambridge, *Angleterre*.
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

LESTIBOUDOIS (Gaspard-Thémistocle) ✻, à Lille, *Nord*.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✻, à Genève, *Suisse*.
SCHIMPER (Guillaume-Philippe) ✻, à Strasbourg.
THURET (Gustave-Adolphe), à Antibes, *Var*.
BRAUN (Alexandre), à Berlin, *Prusse*.
HOFMEISTER (Friedrich-Wilhelm), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade*.
HOOKER (Jos. Dalton), à Kew, *Angleterre*.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin, *Prusse*.
PLANCHON (Jules-Émile), à Montpellier, *Hérault*.
WEDDELL (Hugues-Algernon), à Poitiers, *Vienne*.

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (Jean-Pierre-Louis) (O. ✻), à Clermont-Ferrand, *Puy-de-Dôme*,
KUHLMANN (Charles-Frédéric) (C. ✻), à Lille, *Nord*.
PIERRE (Isidore) ✻, à Caen, *Calvados*.
CHEVANDIER DE VALDRÔME (Eugène-Jean-Pierre-Napoléon) (O. ✻.) à Cirey-les-Forges, *Meurthe*.
REISET (Jules) (O. ✻), à Écorchebœuf, *Seine-Inférieure*.
MARTINS (Charles-Frédéric) ✻, à Montpellier, *Hérault*.
VIBRAYE (Le Marquis Guillaume-Marie-Paul-Louis HURAULT DE), à Cheverny, *Loir-et-Cher*.
VERGNETTE-LAMOTTE (Le Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE), à Beaune, *Côte-d'Or*.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier, *Hérault*.
CORNALIA (Émile-Balthazar-Marie), à Milan, *Italie*.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

DE BAER, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
GERVAIS (François-Louis-Paul) ✻, à Montpellier, *Hérault*.
VAN BENEDEN (Pierre-Joseph), à Louvain, *Belgique*.
DE SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest), à Munich, *Bavière*.
BRANDT, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
LOVÉN, à Stockholm, *Suède*.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

Section XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

Virchow (Rodolphe de), à Berlin, *Prusse*.
Bouisson (Étienne-Frédéric) ✱, à Montpellier, *Hérault*.
Ehrmann (Charles-Henri) (O. ✱), à Strasbourg, *Bas-Rhin*.
Gintrac (Élie) (O. ✱), à Bordeaux, *Gironde*.
Rokitanski, à Vienne, *Autriche*.
Lebert (Hermann) (O. ✱), à Breslau, *Silésie*.
N. . . . .
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

Chasles,
Decaisne,
Et les Membres composant le Bureau.

Conservateur des Collections de l'Académie des Sciences.

Becquerel.

Changements survenus dans le cours de l'année 1872.

(*Voir* à la page 16 de ce volume.)

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JANVIER 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

RENOUVELLEMENT ANNUEL
DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1873, lequel doit être choisi, cette année, parmi les Membres de l'une des Sections des Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Bertrand obtient.	37	suffrages.
M. Serret.	10	»
M. Daubrée.	1	»
M. Villarceau.	1	»

M. **Bertrand**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Chasles obtient.	45	suffrages
M. Decaisne.	42	»
M. Morin.	5	»
M. Chevreul.	3	»
MM. Mathieu, Brongniart, chacun	1	»

MM. **Chasles** et **Decaisne**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de la Commission.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

» M. Faye donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1873.

Volumes publiés.

« *Comptes rendus de l'Académie.* — Le tome LXXII (1er semestre 1871), et le tome LXXIII (2e semestre 1871) ont paru avec leur Table.

» Les numéros ont été mis en distribution chaque semaine avec la régularité habituelle.

» *Mémoires des Savants étrangers.* — Le tome XX de ce Recueil a été distribué au mois d'août.

Volumes en cours de publication.

» *Mémoires de l'Académie.* — Le tome XXXVIII a cinquante feuilles tirées.

» Le Mémoire de M. Phillips, sur l'équilibre des corps élastiques semblables, occupe les feuilles 1 à 3.

» Les feuilles 4 à 11 contiennent le travail de M. le général Morin sur l'insalubrité des poêles en fonte.

» Un second Mémoire de M. Phillips sur le « Mouvement des corps solides élastiques semblables » est renfermé dans les feuilles 12 et 13.

» Les feuilles 14 à 19 contiennent trois Mémoires de M. Becquerel : Sur la cause des effets électriques produits au contact des métaux inoxydables; des Observations de température faites sous le sol au Jardin des Plantes; Sur la formation de l'oxychlorure cristallisé de cuivre et de l'oxyde de cuivre anhydre.

» Le Mémoire de M. Serret sur le principe de la moindre action est contenu dans les feuilles 20 à 23.

» Différents Mémoires de M. Becquerel occupent les feuilles 24 à 50. Ce sont les Mémoires suivants : Sur la décoloration des fleurs et des divers tissus végétaux; Sur l'origine céleste de l'électricité atmosphérique; Sur les effets chimiques résultant de l'action calorifique des décharges électriques;

Sur la température des sols couverts de bas végétaux ou dénudés; Des moyens d'augmenter les effets des actions électrocapillaires; Sur l'influence de la pression dans les phénomènes d'endosmose et d'exosmose.

» M. Becquerel a en mains les épreuves des feuilles 51 à 63, qui renferment la suite de ses travaux.

» Le tome XXXIX, réservé par l'Académie au Mémoire de M. Chevreul, est divisé en deux Parties.

» La première a douze feuilles tirées; elles renferment des recherches chimiques sur la teinture.

» La deuxième a également douze feuilles tirées; elles sont consacrées au Mémoire intitulé : D'une erreur de raisonnement très-fréquente dans les sciences du ressort de la philosophie naturelle.

» La feuille 13 est en épreuve.

» L'imprimerie a épuisé sa copie.

» L'impression du tome XL inaugure un nouveau système de publication qui a été appliqué également au *Recueil des Savants étrangers*, et qui consiste à donner à chaque Mémoire une pagination séparée et un numéro d'ordre.

» Le Mémoire de M. Dupuy de Lôme, sur l'aérostat à hélice, porte le n° 1er et forme neuf feuilles, accompagnées de neuf planches avec texte explicatif.

Le Mémoire de M. Ed. Becquerel, sur l'analyse de la lumière émise par les composés d'uranium phosphorescents, porte le n° 2; il a cinq feuilles.

» *Mémoires des Savants étrangers*. — Le tome XXI a quarante-neuf feuilles tirées.

» Les feuilles 1 à 33 renferment le Mémoire de M. Van Tieghem sur la structure du pistil et du fruit. Les seize planches qui accompagnent ce Mémoire sont tirées.

» Les feuilles suivantes sont consacrées au Mémoire de M. Puiseux sur l'accélération séculaire du mouvement de la Lune.

» Viendront après : 1° Le Mémoire de M. Graeff sur la théorie du mouvement des eaux. Les feuilles 50 à 63, qui en renferment une partie, sont en deuxième épreuve; les placards 37 à 69 vont être mis en pages et formeront la fin. Cinq planches sont en correction.

» 2° Le Mémoire du même auteur, relatif à l'influence que la digue du Pinay exerce sur les crues de la Loire. Les placards 1 à 41, qui le contiennent, sont prêts à mettre en pages. Trois planches sont en correction.

» 3° Le Mémoire de M. Tresca sur le rabotage des métaux est à composer et terminera le volume. Les planches sont à la gravure.

» Le tome XXII est imprimé dans la même forme que le tome XL des *Mémoires de l'Académie*.

» Le Mémoire n° 1 est celui de M. Gruner sur le dédoublement de l'oxyde de carbone. Il est composé de neuf feuilles.

» Le Mémoire n° 2 est de M. Massieu. Il est intitulé : Sur les fonctions caractéristiques des divers fluides et sur la théorie des vapeurs, et forme douze feuilles.

» Le Mémoire de MM. Félix Lucas et A. Cazin, sur la durée de l'étincelle électrique, est imprimé sous le n° 3, et forme sept feuilles qui sont accompagnées d'une planche.

» Le Mémoire n° 4 sera celui de M. Félix Lucas, intitulé : Théorèmes généraux sur l'équilibre et le mouvement des systèmes. Il est en manuscrit à l'imprimerie.

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1872.

Membre démissionnaire.

» *Académicien libre :* M. le Comte **Jaubert**, le 11 novembre.

Membres décédés.

» *Section de Mécanique :* M. **Combes**, le 11 janvier.

» *Section d'Astronomie :* M. E. **Laugier**, le 5 avril; M. **Delaunay**, le 5 août.

» *Section de Physique :* M. **Duhamel**, le 29 avril; M. **Babinet**, le 21 octobre.

» *Section de Médecine et Chirurgie :* M. S. **Laugier**, le 15 février.

» *Académicien libre :* M. le maréchal **Vaillant**, le 4 juin.

Membres élus.

» *Section de Mécanique :* M. **Rolland**, le 18 mars, en remplacement de M. le général **Piobert**, décédé; M. **Tresca**, le 20 mai, en remplacement de M. **Combes**, décédé.

» *Section d'Économie rurale :* M. **Hervé-Mangon**, le 2 janvier, en remplacement de M. **Payen**, décédé.

» *Section de Médecine et Chirurgie* : M. Sédillot, le 24 juin, en remplacement de M. S. Laugier, décédé.

» *Associés étrangers* : M. Airy, le 26 février, en remplacement de M. Herschel, décédé; M. Agassiz, le 26 février, en remplacement de M. Murchison, décédé.

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1872.

Correspondants décédés.

» *Section de Botanique* : M. H. Mohl, à Tubingue, le 1er avril.

» *Section d'Anatomie et Zoologie* : M. Pictet, à Genève, le 15 mars; M. Pouchet, à Rouen, le 6 décembre.

Correspondants élus.

» *Section de Géographie et Navigation* : M. l'abbé David, missionnaire en Chine, le 1er avril, en remplacement de M. d'Abbadie, élu Membre de l'Académie; M. Ledieu, à Grigny (Seine-et-Oise), le 1er avril, en remplacement de M. le prince Demidoff, décédé.

» *Section de Botanique* : M. Planchon, à Montpellier, le 5 août, en remplacement de M. Lecoq, décédé; M. Weddell, à Poitiers, le 5 août, en remplacement de M. H. Mohl, décédé.

» *Section d'Anatomie et Zoologie* : M. Lovén, à Stockholm, le 22 juillet, en remplacement de M. Purkinje, décédé.

Correspondants à remplacer.

» *Section d'Astronomie* : M. Encke, à Berlin, décédé le 26 août 1865; M. l'amiral Smyth, à Londres, décédé le 9 septembre 1865; M. Petit, à Toulouse, décédé le 27 novembre 1865; M. Valz, à Marseille, décédé le 22 février 1867; M. Airy, à Greenwich, élu Associé étranger, le 26 février 1872.

» *Section de Géographie et Navigation* : M. de Wrangel, à Saint-Pétersbourg, décédé le... 1870.

» *Section de Chimie* : M. Bérard, à Montpellier, décédé le 10 juin 1869; M. T. Graham, à Londres, décédé le 16 septembre 1869.

» *Section de Minéralogie* : M. Haidinger, à Vienne, décédé le 19 mars1871.

» *Section d'Anatomie et Zoologie* : M. Quoy, à Brest, décédé le 4 juillet

1869; M. Agassiz, à Cambridge, élu Associé étranger, le 26 février 1872; M. Pictet, à Genève, décédé le 15 mars 1872; M. Pouchet, à Rouen, décédé le 6 décembre 1872.

» *Section de Médecine et Chirurgie* : M. Guyon, à Alger, décédé le 23 août 1870; M. Sédillot, à Strasbourg, élu Membre de l'Académie le 24 juin 1872.

M. Faye, après avoir communiqué ces documents à l'Académie, ajoute :

« Je ne saurais me dispenser, Messieurs, de joindre à ce compte rendu réglementaire quelques détails sur le rôle d'une de vos Commissions que j'ai eu l'honneur de présider cette année, la Commission du passage de Vénus. Entravée dans ses travaux par les deux siéges successifs de Paris, puis décimée par la mort de deux bien regrettés confrères, MM. Laugier et Delaunay, la Commission ne voyait pas sans crainte approcher le terme final de la grande opération que vous lui aviez confiée. Heureusement j'ai eu la bonne inspiration (permettez-moi de m'en féliciter devant vous) de vous prier de compléter la Commission par l'adjonction de nos deux Secrétaires perpétuels. A partir de ce moment, grâce à l'énergie et à l'expérience de nos deux illustres Confrères, la Commission s'est ranimée; ses travaux ont pris un nouvel essor; ses réunions, autrefois trop rares, ont eu lieu régulièrement chaque semaine, et souvent même deux fois par semaine; les procès-verbaux ont été rédigés régulièrement par son nouveau secrétaire, M. l'amiral Pâris, avec des développements qui leur donnent une véritable valeur scientifique, et qui mériteraient que l'Académie en ordonnât l'impression. Non contente de s'entourer des lumières de nos confrères les plus habitués à ce genre de travaux, votre Commission a appelé dans son sein tous les savants qui vous avaient offert leur coopération, pour prendre leur avis et discuter avec eux les points les plus délicats. C'est ainsi que MM. Wolf et André, qui vous avaient présenté un intéressant Mémoire sur les conditions optiques de l'observation de ce phénomène; M. Rayet, qui s'est fait connaître par une expédition astronomique en Cochinchine; M. Janssen, dont l'Académie apprécie les découvertes spectroscopiques; M. Eichens, l'habile constructeur d'instruments d'astronomie, M. Martin, le savant continuateur de Foucault; M. Bourbouze, préparateur de la Faculté des Sciences; M. Feil, dont la maison a acquis une célébrité européenne pour la fabrication des matières premières de l'optique, et un habile opticien, M. Evrard, ont été fréquemment convoqués et consultés tantôt à la fois, tantôt à tour de rôle et séparément.

» A cette liste, il faut en ajouter une autre non moins importante, celle

de nos marins et de nos ingénieurs hydrographes, qui ont bien voulu nous offrir aussi leur coopération : ce sont M. le commandant Mouchez, dont l'Académie a suivi avec intérêt la carrière scientifique; M. l'ingénieur en chef Bouquet de la Grye, et M. l'ingénieur Héraud, du Dépôt de la Marine, actuellement dirigé par notre confrère M. l'amiral Jurien de la Gravière; c'est à eux que nous devons les plus précieux renseignements sur les îles de la mer du Sud et sur toute la partie nautique de notre entreprise.

» Je ne saurais, Messieurs, vous signaler la coopération si pleinement acquise du Dépôt de la Marine et de son savant Directeur, sans indiquer au moins l'espoir que la Commission a conçu d'obtenir de M. le Ministre de la Marine un concours plus complet, qui donnerait à notre entreprise un développement bien digne de l'Académie et du rôle que la France a pris deux fois au siècle dernier, dans des circonstances identiques, à l'époque des deux passages de Vénus, en 1761 et en 1769. C'est avec cet espoir que nous avons tout calculé et combiné. Nos expéditions australes, confiées à nos savants officiers, pourvues des instruments que nous faisons construire, et de toutes les ressources que nous nous efforçons de réunir, trouveraient à l'île de la Réunion d'une part, au port de Sydney de l'autre, le matériel que votre Commission aura eu soin d'y expédier d'avance, et seraient de là transportées par des avisos de la marine jusqu'à destination, amplement munies de provisions de toute espèce et renforcées d'un personnel choisi d'habiles ouvriers de la flotte, tandis que nos astronomes, conduits par nos paquebots en Chine et au Japon, recevraient également de la marine de l'État l'aide et la protection nécessaires pour assurer leur établissement près de Pékin et de Yokohama.

» Déjà les instruments nécessaires ont été commandés et sont en cours d'exécution; une bonne partie sera terminée cette année; le reste sera prêt au commencement de l'année prochaine. Nous prenons dès à présent des mesures pour assurer aux observateurs les moyens de se familiariser longtemps d'avance avec les phénomènes qu'il s'agit d'étudier. Les jours nous sont comptés, il est vrai, mais nous espérons être prêts au moment que nous avons fixé nous-même pour le départ de nos quatre expéditions; et si M. le Ministre de la Marine nous accorde le concours qui lui a été demandé, nous aurons réuni toutes les garanties humaines de succès. Déjà même nous entrevoyons la possibilité de donner plus d'extension à notre entreprise, et d'utiliser, à titre de stations secondaires, quelques points du globe où flotte le pavillon français et d'où le grand phénomène astronomique de 1874 pourra être encore utilement observé.

» Quoi qu'il en soit de ces espérances, quatre stations principales sont dès aujourd'hui assurées sur les deux hémisphères, et votre Commission y concentre la meilleure part de ses ressources en hommes et en argent. Le caractère spécial qu'elle a voulu donner à l'œuvre française consiste dans l'emploi de grands moyens optiques; elle espère lui assurer ainsi, grâce aux ressources que l'Assemblée nationale a mises à votre disposition, le degré de précision que la Science est en droit de réclamer aujourd'hui.

» Cette année encore, et l'année prochaine jusqu'au moment du départ, votre Commission du passage de Vénus ne cessera de fonctionner; elle ne croira avoir rempli la tâche que vous lui avez confiée qu'au moment où tous les observateurs, amplement préparés, munis de toutes les ressources désirables, bien assurés de trouver jusqu'aux stations choisies aide et protection, auront quitté nos ports pour aller soutenir sur les deux hémisphères le vieil honneur de la science française, au milieu du concours de toutes les nations civilisées qui se sont donné rendez-vous au 8 décembre de l'an prochain.

» Il ne me reste plus qu'à exprimer à l'Académie ma profonde gratitude. En vertu d'un règlement libéral, l'Académie prend chaque année dans ses rangs un nouveau Président, et confère ainsi à plusieurs de ses membres le plus grand honneur qu'ils puissent recevoir, celui de diriger vos savantes délibérations et de s'associer d'une manière plus intime à vos travaux. Il faut peut-être avoir passé par la présidence pour apprécier pleinement cette institution, qui a tant ajouté depuis deux siècles à la gloire et à l'influence morale de notre pays. Telle est du moins l'impression personnelle que je remporte de ces deux années commencées sous de si tristes auspices. Il m'a été donné de suivre l'Académie dans les péripéties les plus émouvantes que l'histoire ait jamais enregistrées, de la voir toujours supérieure à nos désastres, et de puiser moi-même dans sa noble attitude la confiance et l'espoir qui m'ont soutenu. Daignez, Messieurs, agréer cette faible expression de ma respectueuse reconnaissance pour un honneur qui comble tous mes vœux; les circonstances l'ont prolongé une année au delà du terme ordinaire; mais votre bienveillance inépuisable a su en proportionner le poids à mes forces. »

M. de Quatrefages, en prenant place au fauteuil, s'exprime ainsi :

« Avant de passer à l'ordre du jour, je demande la permission de faire à l'Académie une proposition qu'elle accueillera à coup sûr. M. Faye vient de le rappeler à bon droit, sa présidence a été doublement exceptionnelle. Une maladie douloureuse tenait M. Coste éloigné du fauteuil où l'avaient

appelé vos suffrages. Le vice-président dut le remplacer; et il le fit dans ces temps néfastes où se succédèrent chez nous la guerre étrangère et la guerre civile. M. Faye nous a donc présidés pendant deux années entières. Vous savez tous le dévouement qu'il a montré dans l'accomplissement de sa longue tâche, la fermeté cordiale et courtoise qu'il apportait dans la direction de nos séances. J'ai la certitude d'être votre interprète, en proposant à l'Académie de voter des remercîments à M. Faye et d'insérer sa décision au procès-verbal. »

La proposition de M. de Quatrefages est adoptée à l'unanimité.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

STATISTIQUE. — *Note sur la comparaison des dénombrements de la population française pour 1866 et 1873*; par M. le baron **Charles Dupin**.

« Cette Note a pour objet de faire connaître un chiffre important dont ne donnent aucune idée les documents officiels.

» Recensement officiel de 1866.	38 067 064
» L'accroissement moyen annuel, tel que je l'ai calculé d'après le dernier *Annuaire du Bureau des Longitudes*, s'élève à 130 078.	
» Le nouveau recensement, se trouvant à sept années du précédent, donnerait sept fois ce nombre, abstraction faite de toute cause perturbatrice; il offrira pour augmentation totale au 1er janvier 1873.	910 546
» Population telle qu'elle devrait exister aujourd'hui. . .	38 977 610
» Le Gouvernement vient de publier le nouveau recensement officiel qui comptera pour cinq ans à partir du 1er janvier 1873, ci.	36 102 921
» Donc la France a perdu, dans les sept années énumérées : hommes, femmes et enfants.	2 874 689
» M. le Ministre de l'Intérieur porte la population des départements, cantons et communes concédés, à.	1 595 238
» De là résulte que, en dehors de tout mouvement habituel de la population, la France a perdu par une double guerre, avec les ennemis du dehors et du dedans, tués ou morts de misère, de souffrances, d'épidémie, etc.	1 279 451

» Ce dernier chiffre appartient à l'histoire; il restera comme un monument de la résistance héroïque et de la vaillance héréditaire qui n'a pas abandonné nos contemporains au temps de leurs malheurs extrêmes, en témoignant qu'ils ont égalé l'énergie de leurs ancêtres au temps de leurs plus beaux succès.

» Quelle que soit l'énormité de la perte que nous avons signalée, si l'accroissement proportionnel se continuait sans atténuation pour les habitants restés Français, la réparation de notre perte serait accomplie en dix ans et sept mois; cela nous reporterait à l'année mil huit cent quatre-vingt-trois!

» Cette énorme et récente perturbation ne change rien *à la loi progressive des longévités*, telle qu'elle est établie dans le Mémoire que j'ai communiqué à l'Académie; j'en ai voulu revoir tous les calculs, à plusieurs reprises, avant de les donner aux *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences.* »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la nitrification de la terre végétale;* par M. BOUSSINGAULT. (Extrait.)

« Dans un Mémoire communiqué à l'Académie, il y a quelques années, je me suis attaché à faire ressortir l'analogie que présente un sol arable fumé, amendé, ameubli par la charrue, avec une nitrière. Dans les deux cas, on rencontre des matières minérales associées à des détritus organiques.

» Les nitrières de l'Algérie, si bien étudiées par le colonel Chabrier, sont des décombres de villages abandonnés, des grottes où, pendant l'hiver, les troupeaux trouvent un abri. Ces matériaux salpêtrés offrent tous ce caractère de renfermer des parcelles d'humus, provenant, à n'en pas douter, de substances végétales, de substances animales altérées ou en voie d'altération.

» Sous l'équateur, l'importante nitrière de Tacunga, dont j'ai suivi les travaux pendant la guerre de l'indépendance, consiste en une terre dérivant de la désagrégation de roches trachytiques, très-riches en composés humiques, ayant par sa teneur, en principes azotés, en phosphates, en sels calcaires et alcalins, la constitution, comme la fertilité du terreau.

» En Espagne, dans de nombreuses localités, particulièrement dans les environs de Saragosse, on voit des sols, assez féconds pour ne pas exiger de fumier, produire, à la volonté du cultivateur, soit du salpêtre, soit d'abondantes moissons de froment.

« Dans la vallée du Gange, le salpêtre de *houssage*, effleuri à la surface du limon déposé périodiquement par le fleuve, est ramassé à côté de riches cultures de tabac, d'indigo, de maïs.

» Sans doute l'association d'éléments minéraux et organiques n'est pas la condition unique de la formation des nitrates; les inépuisables gisements du nitrate de soude au Pérou, comparables, par leur masse, aux gisements de sel marin, ont une tout autre origine. Enfin l'océan aérien doit être considéré comme une immense nitrière, en ce sens que, toutes les fois qu'un éclair apparaît dans son sein, il y a une formation de nitrate, de nitrite d'ammoniaque. Cette union directe de l'azote gazeux avec l'oxygène et l'un des éléments de l'eau est un phénomène considérable de la Physique du globe, sur lequel j'ai souvent insisté; néanmoins je demande à l'Académie la permission de reproduire ici les arguments par lesquels j'ai cherché à en faire saisir l'importance.

» En effet, en ne tenant pas compte de ce qui se passe en dehors des tropiques; en se bornant à considérer la zone terrestre équatoriale, on arrive à cette conclusion que, pendant l'année entière, tous les jours, à tous les instants, l'atmosphère est incessamment sillonnée par des déflagrations électriques, à ce point qu'un observateur placé sous l'équateur, s'il était doué d'un organe assez délicat, y entendrait continuellement le bruit du tonnerre. C'est que, pour un lieu situé dans la région intertropicale, la saison des orages dépend de la position que le Soleil occupe dans l'écliptique; elle se manifeste deux fois par an, alors que l'astre est dans la proximité du zénith, c'est-à-dire lorsque la déclinaison du Soleil est égale à la latitude et de même dénomination.

» C'est donc à un phénomène électrique qu'il convient d'attribuer la présence des composés nitrés, de l'ammoniaque que l'on constate dans la pluie, dans la neige, dans la grêle, dans les brouillards, composés éminemment fertilisants amenés sur la terre par ces météores aqueux.

» Dans la nitrification de la terre végétale, dans les matériaux d'une nitrière artificielle, tout tend à faire présumer que l'acide nitrique est surtout développé aux dépens de l'azote des substances organiques. Les salpêtriers ont d'ailleurs reconnu, depuis longtemps, que le sang, l'urine, les détritus des animaux favorisent singulièrement la production du nitre. C'est sur cette donnée pratique que les anciens chimistes basèrent leur opinion sur l'utilité des matières animales introduites dans une nitrière : opinion adoptée par Lavoisier, et que, plus tard, Gay-Lussac défendit, lorsqu'elle fut attaquée en invoquant des observations inexactes ou

tout au moins incomplètes; lorsque l'on voulut nier l'efficacité des substances azotées comme agents nitrifiants, en attribuant à la porosité seule la puissance de créer de l'acide nitrique par la condensation des principes constituants de l'atmosphère.

» La terre, à tous les degrés de fertilité, depuis le terreau jusqu'à la terre de bruyère, exposée à l'air après avoir été humectée, se nitrifie, s'il y a présence d'un élément calcaire ou alcalin : c'est ce que des expériences précises ont établi. Sans doute, tout sol cultivable renferme de l'azote, radical de l'acide nitrique; mais de la présence de cet azote combiné, il n'en résulte pas nécessairement que l'azote gazeux de l'atmosphère ne puisse concourir, dans une certaine limite, à la production des nitrates; c'est pour rechercher si ce concours a lieu que j'ai entrepris les expériences que je vais décrire.

» Dans la terre végétale, le salpêtre apparait d'abord en quantités assez notables; puis bientôt la nitrification se ralentit; comme s'il fallait que l'exposition à l'air fût prolongée pour que les composés humiques deviennent aptes à se nitrifier. On en jugera par une observation faite avec de la terre d'un potager, prise après une pluie persistante, afin qu'elle ne renfermât qu'une faible proportion de nitrates.

» Cette terre séchée à l'air pesait 10 kilogrammes. Après l'avoir humectée, on en façonna un prisme que l'on plaça à l'air. Tous les quinze jours on fit un dosage.

	Dans 10 kilogrammes de terre, nitrates exprimés en nitrate de potasse.
	gr
5 août, mise en expérience	0,096
17 août	0,628
2 septembre	1,800
17 septembre	2,160
2 octobre	2,060

» A partir du 2 octobre, la formation des nitrates est devenue très-lente; mais elle ne s'est pas arrêtée.

» Pour affirmer ou infirmer le concours de l'azote atmosphérique dans l'apparition des nitrates, il aurait fallu connaître rigoureusement ce que les 10 kilogrammes de terre renfermaient d'azote au commencement et à la fin de l'observation; or, pour qui est familier avec les procédés de l'analyse, cela n'était pas possible.

» Des dosages faits nécessairement sur peu de matière, sur 20 grammes par exemple, et en supposant qu'on en ait exécuté trois ou quatre, représentant 60 à 80 grammes, n'auraient pas donné une garantie suffisante

d'exactitude, puisque, en concluant de l'azote dosé, l'azote appartenant aux 10 kilogrammes de terre végétale mis en expérience, l'erreur d'analyse serait multipliée par 167, par 125. Il y a plus : en supposant que l'on parvînt à éliminer cette cause d'erreur et que l'on constatât une légère acquisition d'azote par la terre salpêtrée, on ne serait pas autorisé à admettre définitivement l'intervention de l'azote de l'air, parce que l'excédant pourrait provenir des composés nitrés, de l'ammoniaque, des poussières que l'atmosphère renferme à l'état de vapeur ou tient en suspension : composés qui contribuent certainement à l'amélioration du sol par la jachère.

» Pour résoudre la question que l'on avait en vue, celle de savoir s'il y a fixation d'azote, il fallait placer une quantité assez limitée de terre à nitrifier dans de l'air confiné, afin d'éloigner les deux causes perturbatrices que je viens de signaler.

» *Dispositif des expériences.* — La terre végétale, pesée sèche, mélangée avec trois fois son poids de sable quartzeux lavé et calciné, humectée avec de l'eau distillée exempte d'ammoniaque, était introduite dans un ballon de verre ayant à peu près une capacité de 100 litres. L'eau avait été ajoutée en quantité bien inférieure à celle qu'il aurait fallu pour porter le mélange au maximum d'imbibition, précaution indispensable, parce qu'un sol trop humide n'est pas nitrifiable; il y a plus : les nitrates préexistants disparaissent, ainsi que je l'ai reconnu dans des recherches sur le chaulage (1).

» Le sable avait été employé pour rendre la terre plus perméable à l'air.

» Dans un des appareils, de la cellulose fut incorporée au mélange pour savoir si, par la combustion lente d'une plus grande quantité de carbone que celle que la terre contenait, on favoriserait l'oxydation de l'azote.

» L'*azote*, avant et après la nitrification, a été dosé par la combustion opérée par l'oxyde de cuivre : la présence des nitrates ne permettait pas le dosage par la chaux sodée; la perte en azote eût été considérable.

» Le *carbone* des substances organiques, de l'humus, a été pesé à l'état d'acide carbonique obtenu en chauffant la terre au rouge dans un courant de gaz oxygène.

» L'*acide nitrique* a été déterminé par une teinture normale d'indigo (2).

(1) Boussingault, *Agronomie*, t. III, p. 174-176, 2e édition.

(2) Boussingault, *Agronomie*, t. II, p. 244, 2e édition.

» Les ballons renfermant les mélanges, clos avec des coiffes en caoutchouc fortifiées d'un liége, ont été déposés dans un cellier.

» La nitrification s'accomplit toujours avec une grande lenteur. On a pu remarquer, dans l'expérience que j'ai mentionnée, qu'en six semaines il y avait eu 0gr,2 de nitrate formés par kilogramme de terre végétale; mais ce n'était pas là tout ce que cette terre pouvait produire. Une année après, de la même terre du potager, prise dans un endroit abrité contre la pluie, donna 2 à 3 grammes de salpêtre par kilogramme.

» Dans les nitrières, elle est tout aussi lente, bien que plusieurs dispositions soient adoptées pour la favoriser, entre autres celle de remuer la masse à la pelle tous les cinq ou six mois. En général, le lessivage de la terre salpêtrée n'a lieu que quinze à dix-huit mois après la mise en train.

» Les expériences, telles qu'on les avait instituées, ne permettaient pas d'agiter à certains intervalles la terre enfermée dans les ballons. Pour remplacer l'agitation, on se décida à laisser la terre à nitrifier en contact avec l'air confiné pendant un temps considérable, pendant onze ans : les appareils fermés en 1860 furent ouverts en 1871.

Terre végétale mise dans les appareils.

» Dans 100 grammes de terre séchée à l'air :

(1) Azote total (moyenne)	gr 0,4722
Acide nitrique	0,0029
Ammoniaque	0,0020
Carbone	3,6630
Chaux	1,0000
Magnésie	0,0500
Potasse	0,0100

» Le 1er août 1860, on a introduit dans les ballons :

	Première expérience.	Deuxième expérience.
Terre végétale	100 grammes.	100 grammes.
Sable quartzeux	300 »	300 »
Cellulose	» »	5 »

» Les mélanges avaient été humectés avec de l'eau pure.

Lors de la fermeture des ballons, la température était .... 25 degrés.
» la pression barométrique ... 0m,74.

» Lors de l'ouverture, les mélanges présentaient le même aspect : couleur brun foncé, l'odeur particulière à la terre humide.

(1) Comprenant l'azote de l'acide nitrique et de l'ammoniaque.

» Les mélanges retirés des ballons ont pesé :

Première expérience........................	440 grammes.
Deuxième expérience......................	435 »

» C'est dans cet état que les mélanges ont été soumis au dosage.

» Je discute dans mon Mémoire l'erreur dont les résultats peuvent être affectés, en appliquant les nombres fournis par les dosages aux poids du mélange retiré des ballons.

» Je me bornerai à présenter ici les résultats moyens.

Première expérience (terre végétale, 100 grammes; sable, 300 grammes).

	Azote total.	Acide nitrique.	Azote dans l'acide nitrique.	Carbone.	Acide AzO^5 exprimé en nitrate de potasse.
	gr	gr	gr	gr	gr
En 1860..................	0,4722	0,0029	0,00075	3,663	0,005
En 1871 : terre humide, 440gr.	0,4510	0,6178	0,16000	3,067	1,155
Différences......	−0,0212	+0,6149	−0,15925	−0,596	+1,150

Deuxième expérience (terre végétale, 100 grammes; sable, 300 grammes; cellulose, 5gr = C 0gr,2222).

	Azote total.	Acide nitrique.	Azote dans l'acide nitrique.	Carbone.	Acide AzO^5 exprimé en nitrate de potasse.
	gr	gr	gr	gr	gr
En 1860..................	0,4722	0,0029	0,00075	5,885	0,005
En 1871 : terre humide, 435gr.	0,4641	0,5620	0,14570	3,358	1,051
Différences......	−0,0081	+0,5591	−0,14495	−2,527	+1,046

» *Discussion.* — Dans chacune de ces expériences, le 1er août 1860, l'air enfermé dans les ballons, ramené à la température de zéro et à la pressinn 0m,76, occupait un volume de 85lit,9 (1), pesant 111gr,13, dans lesquels il entrait, en négligeant l'acide carbonique,

	gr
Oxygène............................	25,67
Azote................................	85,46

» *Première expérience.* — La perte totale en azote a été de 0gr,021, les $\frac{4}{100}$ de l'azote initial.

» Il y a en production de 0gr,615 d'acide nitrique, dans lesquels il entrait :

	gr
Azote...............................	0,159
Azote éliminé.........................	0,021
Azote déplacé.........................	0,180
L'azote initial étant....................	0,472
Azote resté dans la terre nitrifiée........	0,292

(1) En tenant compte du volume de la terre.

» Cet azote resté dans le sol appartenait à l'humus et autres matières organiques.

» La perte en carbone s'est élevée à $0^{gr},596$, les $\frac{16}{100}$ de ce que la terre en contenait avant la nitrification.

» A 100 de carbone brûlé par combustion lente répond une formation d'acide nitrique de 103,2.

» *Deuxième expérience.* — L'introduction de 5 grammes de cellulose avait porté à $5^{gr},885$ le carbone du mélange de terre et de sable mis à nitrifier (1).

» La perte totale en azote a été de $0^{gr},008$, un peu moins du $\frac{2}{100}$ de l'azote initial.

» Il y a eu une production de $0^{gr},559$ d'acide nitrique, renfermant :

Azote	gr 0,145
Azote éliminé	0,008
Azote déplacé	0,153
L'azote initial étant	0,472
Azote resté dans la terre nitrifiée	0,319

» La perte en carbone a atteint $2^{gr},527$, les $\frac{43}{100}$ du carbone préexistant.

» A 100 de carbone brûlé par combustion lente répond une formation d'acide nitrique de 22. »

» Ainsi, contrairement à ma prévision, la combustion du carbone de la matière organique non azotée, de la cellulose ajoutée à la terre, n'aurait pas favorisé la production de l'acide nitrique.

» D'après le carbone disparu, et en supposant qu'il ait été transformé en acide carbonique, on voit qu'il a dû rester dans les appareils :

Dans la première expérience	gr 24,25	de gaz oxygène;
Dans la deuxième expérience	18,52	»

» L'atmosphère, confinée dans les appareils, était donc bien loin d'avoir perdu son oxygène après être restée en contact avec la terre végétale pendant un long espace de temps.

» J'expose dans mon Mémoire des faits tendant à établir que dans ces expériences la nitrification a pu être achevée avant l'ouverture des appareils, en 1871. La présence d'une forte quantité de matière humique dans le mélange salpêtré ne saurait être invoquée contre cette opinion, puisqu'il est des sols riches en principes carbonés qui donnent peu ou point de nitrates, par exemple les terrains tourbeux; c'est que tous les principes carbonés ne sont pas nitrifiables.

(1) Admettant :

gr 2,222	de carbone dans la cellulose,
3,663	de carbone apporté par 100 grammes de terre végétale.
5,885	

» La nitrification pourrait encore être arrêtée par insuffisance de bases salifiables. Il est évident qu'une terre végétale, alors même qu'elle serait pourvue d'humus nitrifiable, ne produirait pas de nitrates, du moins de nitrates alcalins et terreux, si la chaux, la magnésie, la potasse y manquaient, et que, dans le cas où ces bases ne s'y trouveraient qu'en proportion restreinte, la nitrification serait suspendue aussitôt après leur saturation. Tel n'était pas le cas pour la terre du Liebfrauenberg, employée dans ces expériences. On a vu, en effet, que, dans les 100 grammes de terre placés dans les ballons, il y avait :

			Acide.	Nitrate.
			gr	gr
Chaux...........	1,00	pouvant fixer	1,93	2,93
Magnésie.........	0,05	»	0,14	0,19
Potasse..........	0,01	»	0,015	0,025
			2,085	3,145

» Il se trouvait par conséquent dans la terre assez de bases pour saturer 2gr,1 d'acide nitrique; trois à quatre fois autant qu'il s'en est développé.

» La quantité de salpêtre formé durant le séjour du mélange terreux dans une atmosphère confinée pourrait, à la première vue, paraître assez faible : 1gr,15 de nitrate, en attribuant la production à 100 grammes de terre, soit 11gr,5 par kilogramme.

» C'est, après tout, autant et même plus que ce que contiennent les bonnes terres salpêtrées.

» Suivant un Rapport des anciens régisseurs des poudres, en France, les terres salpêtrées donnaient par kilogramme :

	Salpêtre.
	gr
Dans quelques provinces........................	1,2
En Touraine..................................	8,5
Terres des nitrières artificielles.....................	10,0
Id exceptionnellement....	30,0
Terre d'une bergerie...........................	8,4

» Il résulte de ces recherches que, dans la nitrification de la terre végétale, accomplie dans une atmosphère confinée que l'on ne renouvelle pas, dans de l'air stagnant, l'azote gazeux ne paraît pas contribuer à la formation de l'acide nitrique. L'azote, dosé dans la terre en 1871, ne pesait pas plus, ne pesait même pas tout à fait autant qu'en 1860. Dans la condition où l'on a observé, la nitrification aurait eu lieu aux dépens des substances organiques, de l'humus, que l'on rencontre dans tous les sols fertiles. »

HYDRAULIQUE. — *Sur les coups de bélier de la houle contre les plages inclinées;* Note de M. A. DE CALIGNY.

« Une lettre de M. Moro, datée du 20 décembre 1872, m'a donné de nouveaux détails sur son expérience dont j'ai parlé dans ma Note du 22 juillet dernier (*Comptes rendus*, p. 193). Le banc de sable a bien été repoussé dans la position que j'avais indiquée. Il est certain, d'après cela, que le moyen indiqué par M. le capitaine de vaisseau Cialdi, pour détruire les bancs de sable ou empêcher leur formation à l'embouchure d'un *port chenal*, a eu dans cette circonstance un résultat aussi heureux qu'on pouvait le désirer. Il s'agit maintenant de se rendre bien compte des effets dont il s'agit, afin de voir autant que possible comment les principes de ce système pourront être appliqués dans d'autres circonstances. Dans celle dont il s'agit, il y avait un courant parallèle au rivage. Or il est essentiel de voir de quelle manière les choses se passeraient s'il n'y avait pas de courant ordinaire bien sensible, et que l'on eût seulement à compter sur les effets des vagues.

» Dans mes Notes des 22 juillet et 7 octobre 1872, publiées dans les *Comptes rendus*, j'ai insisté sur les propriétés de la convergence des digues proposées par M. Cialdi. Depuis cette époque, j'ai fait sur la pièce d'eau des Suisses, à Versailles, quelques observations sur le mouvement des vagues le long d'une plage de sable très-inclinée dans un golfe de plusieurs mètres de long et de plusieurs mètres de large du côté de la pièce d'eau, dont les rivages convergent d'une manière qui n'est pas sans quelque analogie avec la disposition dont il s'agit. Les vagues n'arrivent à cette plage qu'après avoir rencontré un ressaut se raccordant graduellement à son sommet avec elle, mais notablement plus profond. Quand elles sont un peu fortes, sans l'être cependant assez pour se briser au large, on les voit se briser en approchant du point où le fond dont il s'agit se raccorde avec cette plage de sable fin, contre laquelle les vagues montent ensuite notablement au-dessus du niveau de l'eau tranquille.

» Il n'est pas nécessaire que les vagues se brisent pour produire cet effet, qui, dans la même localité, se produit, non-seulement quand elles ne se brisent pas, mais quand il n'y a que de simples *rides*, résultant de la houle lorsqu'il n'y a plus de vent sensible. Ainsi il est bien entendu que l'effet dont il s'agit ne doit pas être confondu avec celui d'une seule vague se brisant sur une plage inclinée, comme on a remarqué depuis longtemps que cela se fait généralement. Il y a un *véritable courant* formé d'un certain

nombre de flots qui s'élèvent pour faire redescendre ensuite l'eau selon certaines lois le long de la plage inclinée. Il est certain qu'il peut en monter en même temps ainsi un nombre assez considérable, puisqu'il y a réellement, d'ailleurs, beaucoup de petits flots quand il y a eu assez peu de vent pour que ces flots ne soient, à proprement parler, que des rides.

» Quand ils sont assez sensiblement prononcés pour ne plus être de simples rides, il est intéressant de remarquer que, malgré les espèces de coups de bélier dont j'ai parlé ci-dessus, et qui les font même, dans certains cas, briser à l'approche de l'endroit où le fond se relève, leurs crêtes conservent entre elles des distances qui, d'abord, ne paraissent pas bien sensiblement différentes de ce qu'elles étaient plus au large; mais, à mesure que les vagues montent sur le plan incliné au-dessus du niveau de l'eau tranquille, ces crêtes se rapprochent très-sensiblement.

» Quand ces flots ont fini leur marche ascendante, ils redescendent, ou même s'ils ne redescendent pas toujours régulièrement à la surface, ils repoussent en arrière, bien au-dessous du niveau de l'eau tranquille, des petits corps répandus sur le fond. Il y a des circonstances où il s'établit un courant rétrograde au fond de l'eau, et il dure même assez longtemps : au moins plusieurs minutes. L'essentiel, pour l'étude pratique du système précité de M. Cialdi, est de bien saisir l'existence de courants alternatifs très-prononcés sur cette plage inclinée, même abstraction faite encore d'études précises sur leurs propriétés, et de voir qu'il s'agit véritablement, en général, de courants formés, non par un seul flot qui déferle, mais par un certain nombre de vagues qui peuvent ne pas se briser.

» Il est clair, en effet, d'après ces observations, que si ces courants ascensionnels n'étaient pas arrêtés par le rivage, qui fait ensuite revenir de l'eau en arrière, le phénomène serait très-différent. Je suppose, comme je l'ai dit dans ma Note précitée du 7 octobre, que le fond, au lieu de se relever au-dessus du niveau de l'eau tranquille, permît à cette eau de s'étendre au-dessus de son point le plus élevé. Les vagues qui forment ensuite, quand il y a du vent, un courant alternatif, ne rencontreraient plus le même obstacle pour les faire revenir en arrière. Elles passeraient au delà en agissant comme un courant véritable.

» Dans les projets de M. Cialdi, le fond, si je l'ai bien compris, ne se relève pas ainsi entre ses digues convergentes, et j'ignore si cela n'aurait pas quelque inconvénient relativement à la navigation. Mais ce qui se présente dans cette circonstance a au moins l'avantage de confirmer par un fait, que tout le monde peut facilement vérifier, des effets plus ou moins

analogues à ceux de la convergence des digues proposées par M. Cialdi, et qui semblent pouvoir donner lieu à des coups de bélier beaucoup plus puissants pour former un courant véritable. On conçoit, en effet, comment ces digues peuvent occasionner des coups de bélier dont la force dépend du degré de leur convergence.

» Il y a à faire sur ce sujet des études dont j'ai déjà dit quelque chose dans ma Note précitée du 22 juillet, en montrant par des faits comment les choses se passent d'une manière générale quand les vagues arrivent dans certains passages rétrécis, sans que cela les fasse revenir en arrière. Je n'entrerai pas ici dans des détails qui ne peuvent être étudiés que par l'expérience, quant à la meilleure forme définitive des digues dont il s'agit; mais je crois intéressant de bien fixer les idées sur la manière dont se font les coups de bélier contre les ressauts convenablement plongés. Il ne m'a pas encore été possible, à cette époque de l'année, de trouver un calme assez prolongé pour qu'il n'y ait pas de rides sensibles sur une aussi grande pièce d'eau. Je n'ai donc pu déterminer rigoureusement la hauteur du niveau de l'eau tranquille dans le petit golfe dont il s'agit; mais il est facile de voir qu'en général le mouvement de retour des vagues, montées sur le plan incliné, est bien moins fort que celui d'ascension. On peut admettre provisoirement, pour avoir une idée approximative de ces effets, sur lesquels je me propose de multiplier les observations, que sur une plage, dont l'inclinaison est d'environ un centimètre par mètre, de simples rides font, du moins quand il y a un ressaut, comme je l'ai dit, monter alternativement l'eau d'une façon assez régulière à une distance d'un mètre environ de la ligne qui serait la limite de l'eau tranquille, ces rides étant une véritable houle quand il n'y a plus de vent sensible. Cette distance est d'ailleurs variable dans certaines circonstances difficiles encore à préciser, d'autant plus qu'elles sont compliquées par des effets dont j'ai dit quelques mots et qui, dans cette localité, ont de l'analogie avec le phénomène connu des marins sous le nom de *contre-courant inférieur* (*voir* le *Répertoire polyglotte de la Marine*, par O'Hier de Grandpré, t. Ier, p. 385).

» Il est essentiel de rappeler à ce sujet une expérience que j'ai faite dès le début de mes recherches sur les ondes. J'avais disposé dans un canal factice, à peu près à la moitié de la profondeur de l'eau tranquille, un ressaut formé de planches horizontales, mais dont les extrémités se terminaient par des planches verticales perpendiculaires à l'axe du canal, ne dépassant pas les premières et s'appuyant sur le fond. Je produisais, à une des extrémités de ce canal, des ondes *courantes*, sans transport sensible de liquide,

lorsqu'un mouvement de va-et-vient vertical, au moyen duquel je les produisais, était suffisamment régulier. Or, dans ces circonstances, il ne s'établissait pas de courant sur le ressaut qui était à une distance convenable du point d'où partaient ces ondes. Cette observation, rapprochée de celles dont j'ai parlé ci-dessus, me paraît intéressante, parce qu'il en résulte que les ondes *courantes* ne donnent lieu en général, par des coups de bélier, à un courant véritable que lorsque ces coups de bélier s'exercent sur une surface convenablement inclinée.

» Ainsi il n'a pas suffi dans ces circonstances qu'il y eût un ressaut, il a fallu que sa partie d'amont se raccordât par des surfaces plus ou moins inclinées, avec le fond de l'eau du côté du large. Il est bien entendu qu'il ne s'agit ici que des ondes *courantes;* car les ondes dites *solitaires* ou de *translation*, qui résultaient quelquefois, dans le canal factice précité, de ce que le mouvement de va-et-vient qui engendrait les ondes n'était pas toujours suffisamment vertical, changeaient l'état de la question. Des ondes de cette espèce produisaient sur le ressaut un mouvement de progression sans que j'aie alors observé de recul.

» La production involontaire des ondes *solitaires* par suite d'un défaut d'habitude dans ce genre d'expériences m'a déjà servi à concilier des faits que s'opposaient MM. Emy et Virla, et qui semblaient se contredire. On va voir comment des phénomènes de ce genre, résultant nécessairement des coups de bélier des ondes courantes sur les plages inclinées, peuvent aussi servir à concilier certains faits relatifs à ce que M. Cialdi appelle *flot courant*.

» On conçoit que s'il se mêle ainsi des ondes *solitaires* ou de *translation* à des ondes courantes qui les produisent par des coups de bélier, ces ondes courantes restant d'ailleurs d'autant plus grandes par rapport à elles, que la pente du fond est plus douce, ces ondes de translation tendent à faire tomber de l'eau dans les creux des ondes courantes. Il résulte de cette circonstance que le courant qui tend à se produire vers la côte, en vertu des coups de bélier précités, est nécessairement atténué par la manière dont l'eau, qui tombe ainsi dans les creux, emploie sa force vive. Si donc, sur des plages en pente très-douce, on ne remarquait pas de *flot courant* bien sensible quand il n'y a pas de vent, on ne devrait pas s'en étonner; le nombre des vagues, dans les creux desquels se fait le versement dont on vient de parler, est d'autant plus grand que la pente est plus douce à partir d'une profondeur donnée.

» Il y a d'ailleurs plus de frottement sur le fond de l'eau, les choses se passant alors, *quant aux frottements*, d'une manière plus ou moins analogue à ce qui se présenterait dans un canal dont la longueur serait plus grande par rapport à la profondeur moyenne. On conçoit aussi que ces effets peuvent dépendre du degré de résistance du fond, car la force vive peut être employée en partie à remuer ce fond; or on sait qu'un courant perd bien plus tôt de sa force de translation quand il peut communiquer de la vitesse latéralement dans un réservoir qu'il traverse, que lorsqu'il est contenu dans un canal régulier à *parois solides*. Il faut tenir compte aussi de la manière dont le vent lui-même fait tomber de l'eau dans les creux des ondes courantes, en ayant égard à tout ce qui précède sur la manière dont la force vive de l'eau est alors employée.

» Montgolfier dit, à la première page de son *Brevet d'invention pour le bélier hydraulique*, que *l'élévation des marées, plus grandes sur certaines côtes que sur d'autres, l'élancement des vagues de la mer contre un rocher lorsqu'elles en rencontrent la surface plus ou moins inclinée*, etc., sont au nombre des faits qui lui ont donné l'idée fondamentale de cette machine (*voir* t. IV, p. 245, de la *Description des brevets d'invention*). Mais on voit combien l'étude approfondie de ces phénomènes sur les plages inclinées est délicate, et qu'il ne faut pas confondre les effets généraux de la grande onde de la marée avec les phénomènes compliqués dont cette Note a seulement pour but de signaler les points les plus essentiels aux ingénieurs en position de les étudier sur une plus grande échelle. Ce que j'ai dit sur les conséquences du versement de l'eau dans les creux quand les vagues se brisent montre combien le phénomène doit être différent quand elles ne se brisent pas, et expliquer comment il peut se faire que, dans ce dernier cas, de simples rides fassent, comme je l'ai observé, monter l'eau d'une manière aussi sensible le long d'une plage inclinée, malgré le frottement du fond. Mais ce sera seulement sans doute quand les vagues seront assez fortes pour se briser qu'elles pourront donner lieu, au moyen de digues convergentes, à des courants assez forts pour atteindre le but proposé.

» Il n'est pas vrai que, dans toutes les circonstances, le mouvement apparent des ondes courantes se dirige vers le rivage, de manière que ces ondes se meuvent toujours parallèlement au rivage, ou peu écartées de la ligne de celui-ci, abstraction faite de la direction du vent. Dans la pièce d'eau des Suisses, à Versailles, quand les parois ne sont pas suffisamment inclinées, et que le vent n'est pas perpendiculaire au rivage, la direction apparente des ondes courantes paraît sensiblement la même que celle du

vent, sauf ce que j'ai dit autre part sur la réflexion des ondes. Mais il est bien à remarquer qu'il y a des parties du rivage de cette pièce d'eau qui sont assez inclinées et composées de sable fin, et que, sur ces plages inclinées, il se produit de véritables coups de bélier, résultant des ondes courantes, de sorte qu'un mouvement de translation apparente de ces ondes se dirige vers le rivage même, quand le vent est dans une autre direction, conformément à des observations intéressantes faites par M. Cialdi autour d'un banc de sable.

» Si cet effet est suffisant pour montrer qu'en général, sur les plages inclinées, il y a une tendance quelconque à la formation d'un courant, résultant de coups de bélier plus ou moins sensibles des vagues sur le fond, cela ne suffit pas pour qu'on puisse démontrer *à priori* que ce courant doive être bien sensible dans diverses circonstances données, surtout après ce que j'ai dit ci-dessus des effets de la chute de l'eau dans les creux des vagues et du frottement de l'eau sur le fond. Il m'a donc semblé qu'il était utile d'appeler l'attention des Ingénieurs de la Marine sur les faits analogues à ceux qui sont décrits dans cette Note et qu'ils auront sans doute occasion de vérifier sur une plus grande échelle. Il est certain, d'après ces faits, que le *flot courant* (selon une expression de M. Cialdi) existe dans certaines circonstances. Quant à celles où je l'ai vu se produire, il est suivi d'un courant très-prononcé en sens contraire, l'un et l'autre comprenant un certain nombre de vagues; mais celui qui redescend paraît en général sensiblement moins fort que le premier, qui par conséquent laisse du sable sur le rivage, comme il est facile de le constater par la manière dont les dépôts de sable sont disposés.

» J'ai d'ailleurs eu principalement pour but dans cette Note de montrer qu'on doit pouvoir procurer un courant véritable en adoptant des dispositions plus ou moins analogues à celles qui ont été proposées par M. Cialdi pour détruire certains bancs de sable ou empêcher leur formation. Il s'agissait de bien établir que l'effet observé par M. Moro, en appliquant le procédé de M. Cialdi, peut ne pas être seulement, quant au transport du sable, attribué à un courant ordinaire, convenablement d'ailleurs dirigé par les digues convergentes; et que les vagues paraissent pouvoir faire beaucoup plus que de mettre en mouvement les matières, qu'elles doivent en général contribuer, selon moi, à emporter elles-mêmes, au moyen d'un courant plus ou moins saccadé, en formant des ondes *de translation* résultant de leur passage dans des espaces graduellement rétrécis par ces digues convergentes. Il est intéressant de remarquer d'ailleurs que ces effets dépendent

de l'angle de la direction des vagues avec la digue qu'elles rencontrent. Si cet angle est presque droit, on conçoit que l'effet dont il s'agit peut être presque nul, ou trop compliqué pour qu'on puisse l'étudier *à priori* dans l'état actuel de la Science. On conçoit même telle direction pour laquelle l'effet serait en sens contraire. Mais je crois en avoir dit assez pour montrer comment on peut étudier par expérience la meilleure disposition des digues convergentes, en tenant compte de la direction la plus ordinaire des vagues dans la localité où l'on ferait ces applications.

» Ayant été consulté à ce sujet par des Ingénieurs de la Marine, j'ai pensé qu'il pouvait être utile de bien préciser l'état de la question, pour engager à répéter sur une plus grande échelle des observations de ce genre, ou à en recueillir de semblables dans tout ce qui a pu être publié sur les ondes. »

M. Becquerel, en présentant à l'Académie la cinquième édition du « Traité d'hygiène privée et publique » de son fils, feu Alfred Becquerel, fait les remarques suivantes :

« Cet ouvrage renferme, sous une forme concise, un très-grand nombre de sujets qui ont rapport à la Physique, à la Chimie, à la Médecine et à la Thérapeutique. Les questions relatives à l'influence de la position sociale de l'homme, à celle des agents atmosphériques sur la santé, depuis sa naissance jusqu'à sa mort, y sont étudiées avec méthode. Il traite, en outre, de l'électricité comme agent thérapeutique. Cet Ouvrage paraît donc répondre aux besoins de la Science. Il a été mis, en outre, à la portée de toutes les classes de la société. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Godard pour l'année 1872.

MM. Cloquet, Nélaton, Sédillot, Robin, Bouillaud réunissent la majorité des suffrages.

Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont : MM. Cl. Bernard, Milne Edwards, Coste, Larrey.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. Bertin soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « sur la résistance des carènes dans le roulis des navires ».

(Commissaires : MM. Pâris, Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme.)

M. Lacroix transmet à l'Académie des feuilles de vigne et de rosier qu'il regarde comme atteintes du *Phylloxera*, et un flacon contenant quelques-uns de ces insectes dans l'alcool.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

CORRESPONDANCE.

Le Bureau hydrographique de l'Amirauté anglaise adresse un exemplaire des Cartes physiques de l'océan Pacifique, de l'océan Atlantique et de l'océan Indien.

M. W. Huggins adresse ses remercîments pour le prix Lalande, qui lui a été décerné, et exprime son regret de n'avoir pu assister à la séance, la lettre d'avis lui étant parvenue beaucoup trop tard.

MM. C. Rozé, H. Renan prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les observateurs qui devront prendre part aux expéditions destinées à observer le passage de Vénus en 1874.

(Renvoi à la Commission.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un exemplaire de la Carte topographique et géologique de la République du Chili, adressée par M. *A. Pissis*, et donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« Les opérations qui ont servi au lever de cette carte, commencées en 1849, seront exposées avec détail dans la description géographique du Chili ; elles consistent principalement dans la mesure d'une chaîne de triangles de premier ordre, qui s'étend depuis le 27e degré de latitude sud jusqu'au 38e degré, et dont la direction est à peu près celle d'un méridien. Cette chaîne se rattache à cinq bases : la base fondamentale a été mesurée dans les environs

de Santiago; deux autres vers les extrémités nord et sud de la chaîne; enfin les deux dernières entre la base fondamentale et les extrémités. Sur chaque sommet, on a observé, indépendamment des angles azimutaux, les distances zénithales et l'azimut de l'un des sommets. Les instruments qui ont servi pour les observations sont de petits instruments universels, construits par Ristor et Martins. Pour la mesure des bases, on a employé un mètre divisé par Gambey et qui sert d'étalon aux mesures du Chili. Des triangles de plus en plus petits ont servi ensuite à rattacher les détails topographiques aux sommets de cette chaîne, et les points où il n'était pas possible de stationner ont été fixés par un ensemble de triangles se rattachant au moins à trois sommets : c'est ce qui s'est fait principalement pour les plus hautes montagnes de la chaîne des Andes, dont les altitudes ont été mesurées trigonométriquement. Pour l'altitude des points situés dans des vallées très-encaissées, on a eu recours à des séries d'observations barométriques, faites successivement depuis le bord de la mer jusqu'au sommet des Andes. Le manque de voies de communication et les épaisses forêts qui couvrent la partie du Chili qui s'étend au sud du 38e degré ne permettant pas de continuer la triangulation, on y a substitué les observations astronomiques; les latitudes des points fondamentaux ont été obtenues par des séries de hauteurs circumméridiennes des principales étoiles; pour les longitudes, on a d'abord déterminé celle du petit observatoire établi à Valdivia, par des chronomètres transportés de l'Observatoire de Santiago dans quatre voyages successifs, ce qui a fourni huit comparaisons; puis par l'azimut du volcan de Yaimas, dont les coordonnées géographiques avaient été calculées à l'aide de grands triangles se rattachant aux sommets de la chaîne principale : c'est ce dernier résultat qui a servi pour fixer les longitudes des autres points, appartenant aux provinces d'Arauco, de Valdivia et de Llanquihue. Les coordonnées géographiques des points se rattachant à la chaîne principale ont été calculées pour un aplatissement de $\frac{1}{299,1}$, et 6 377 398 mètres pour la valeur du demi-grand axe. Le système de projection adopté a été celui des cartes du Dépôt de la Guerre; on a pris pour moyen méridien celui de l'Observatoire de Santiago, qui est aussi le zéro des longitudes; enfin les cartes-minutes, construites à $\frac{1}{100000}$, ont été réduites à $\frac{1}{250000}$, ce qui est l'échelle de la carte gravée.

» Pour ce qui concerne la partie géologique, j'ai cru devoir me limiter aux grandes divisions indiquées par les rapports de stratification. Deux motifs m'y ont déterminé : d'abord l'extrême rareté des fossiles dans le plus grand nombre des formations du Chili, presque entièrement composées de roches métamorphiques; puis l'existence, comme formation indépendante, de terrains qui contiennent à la fois des fossiles de l'époque jurassique et de la partie inférieure des terrains crétacés. En ne tenant compte que des divisions indiquées par les discordances de stratification, on arrive à reconnaître sept formations indépendantes dans les terrains stratifiés du Chili : ce sont celles qui se trouvent indiquées sur la légende, et en regard desquelles j'ai placé les formations de l'Europe qui paraissent s'y rapporter.

» Les roches plutoniques du Chili se trouvant en rapport avec les grandes lignes stratigraphiques et les nombreux dépôts métalliques de cette contrée, leur distribution sur la surface du sol méritait une attention toute spéciale : on les a réunies dans six formations, qui correspondent à des époques différentes et aux grandes dislocations des strates; elles sont indiquées dans la légende sous les noms de granite, syénite, porphyre quartzifère, hypersthé-

nite, formations volcaniques ancienne et moderne. On a réuni, sous le nom de formation volcanique ancienne, toutes les roches qui, comme les trachytes et les phonolithes, se sont épanchées par des failles d'une grande longueur, sans être accompagnées de projection de scories et se rapprochent en cela des autres roches plutoniques, tandis que les roches volcaniques modernes sont arrivées à la surface par des ouvertures incomparablement plus petites, autour desquelles se sont accumulées de grandes masses de scories.

» On n'a pu figurer sur la carte que les masses plutoniques d'une certaine étendue; mais on y a indiqué par des signes particuliers celles qui se trouvent plus spécialement en rapport avec les dépôts métallifères et qui sont toujours situées sur le prolongement des grandes masses. »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume de M. *Emm. Liais*, intitulé « Climats, Géologie, Faune et Géographie botanique du Brésil », et imprimé par ordre du gouvernement du Brésil.

Cet ouvrage, dont l'auteur fait hommage à l'Académie au nom de l'Observatoire impérial du Brésil, comprend, pour ce qui concerne les sciences naturelles, toute la partie scientifique des voyages qu'il a effectués dans l'empire, avant que la direction de l'Observatoire lui ait été confiée.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (128), *faites, à l'Observatoire de Marseille*, par M. **Borrelly**; Note présentée par M. Yvon Villarceau.

« J'ai l'honneur de vous annoncer deux nouvelles positions de la planète (128), qui a été découverte également par M. Watson, en Amérique :

Dates.	T. M. de Marseille. (Longchamps.)	Asc. droite.	l(par. × Δ).	Dist. pôle nord.	l(par. × Δ).	Étoiles. de comp.
1872. Déc. 20.	$12^h 56^m 51^s$	$3^h 59^m 18^s,44$	$+\bar{1},4151$	$70^\circ 13' 7'',8$	$-0,5939$	*d*
22.	9.39.20	3.58. 5,58	$-\bar{2},3835$	70.11.28,2	$-0,5488$	*d*

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1872,0.

Nom de l'étoile.	Ascension droite.	Dist. pol. nord.	Grandeur.
d... 1217 Weisse, H. III........	$3^h 57^m 46^s,85$	$70^\circ 12' 43'',4$	8e. »

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la planète* (128), *calculés par M.* **J. Bossert**; Note présentée par M. Yvon Villarceau.

« La détermination de ces éléments repose sur trois observations faites à l'Observatoire d'Ann-Arbor, le 25 novembre, et à l'Observatoire de Marseille, les 7 et 22 décembre 1872.

Éléments de la planète (130).

Anomalie moyenne.......	49°.56′.20″	le 1,0 janv. 1873, t. m. de Greenwich.
Longit. du périhélie......	12.37.18	Équinoxe moyen de 1873,0.
Loog. du nœud ascend^t..	76.35.50	Équinoxe moyen de 1873,0.
Inclinaison............	6.18.27	Équinoxe moyen de 1873,0.
Angle (sin = excentricité).	7.21.59	
Moyen mouvement diurne.	776″,86	
Log. demi-grand axe.....	0,4397762	

Éphéméride de la planète (130) (les positions sont rapportées à 1873,0).

Temps moyen de Greenwich.	Ascension droite.	Distance au pôle nord.	log Δ.
	h m s	° ′ ″	
1873. Janv. 1,0.....	3.53.21	69.59.47	0,2378
2,0.....	3.53. 1	69.58.16	0,2403
3,0.....	3.52.43	69.56.40	0,2428
4,0.....	3.52.26	69.55. 2	0,2453
5,0.....	3.52.11	69.53.19	0,2479
6,0.....	3.51.58	69.51.32	0,2505
7,0.....	3.51.47	69.49.42	0,2531
8,0.....	3.51.38	69.47.48	0,2558
9,0.....	3.51.30	69.45.51	0,2585
10,0.....	3.51.24	69.43.49	0,2612
11,0.....	3.51.20	69.41.44	0,2639
12,0.....	3.51.18	69.39.35	0,2666
13,0.....	3.51.18	69.37.22	0,2694
14,0.....	3.51.19	69.35. 6	0,2721
15,0.....	3.51.22	69.32.46	0,2749
16,0.....	3.51.27	69.30.23	0,2777
17,0.....	3.51.34	69.27.56	0,2805
18,0.....	3.51.42	69.25.25	0,2833
19,0.....	3.51.52	69.22.51	0,2861
20,0.....	3.52. 4	69.20. 4	0,2889
21,0.....	3.52.17	69.17.34	0,2918
22,0.....	3.52.32	69.14.50	0,2946
23,0.....	3.52.49	69.12. 3	0,2975
24,0.....	3.53. 8	69. 9.13	0,3003
25,0.....	3.53.28	69. 6.20	0,3032
26,0.....	3.53.50	69. 3.23	0,3060
27,0.....	3.54.13	69. 0.24	0,3089
28,0.....	3.54.38	68.57.22	0,3117
29,0.....	3.55. 4	68.54.17	0,3146
30,0.....	3.55.32	68.51. 9	0,3174
31,0.....	3.56. 2	68.47.58	0,3203
Fév. 1,0.....	3.56.33	68.44.46	0,3231
2,0.....	3.57. 5	68.41.30	0,3259

Correction de l'éphéméride de la planète (128).

» D'après une observation faite par MM. Paul et Prosper Henry le 5 janvier, la correction de l'éphéméride était ce jour-là :

	Calcul.
En ascension droite........................	0^s
En distance polaire........................	— 0'',1. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'équation du troisième ordre dont dépend le problème des surfaces orthogonales;* par M. G. DARBOUX.

« Les belles recherches de M. Cayley, publiées à trois reprises différentes dans les *Comptes rendus*, ont appelé l'attention des géomètres sur les questions les plus intéressantes de la théorie des surfaces orthogonales; je me propose d'indiquer ici un moyen nouveau de former l'équation différentielle du troisième ordre, dont le calcul a d'abord été effectué par l'illustre géomètre anglais.

» Soient u, v, w les paramètres des trois familles de surfaces, et employons, pour désigner les dérivées de ces paramètres, les notations u_{x^2}, u_{xy}, u_{x},..., dont l'explication est évidente. Les équations différentielles du problème sont les suivantes :

$$(1)\quad \begin{cases} u_x\, v_x + u_y\, v_y + u_z\, v_z = 0, \\ v_x\, w_x + v_y\, w_y + v_z\, w_z = 0, \\ w_x u_x + w_y u_y + w_z u_z = 0. \end{cases}$$

» Si ces équations étaient les plus générales du premier ordre, il résulte d'un calcul des plus simples qu'en éliminant les paramètres v, w, au moyen de différentiations successives, on serait conduit pour u à deux équations différentielles du sixième ordre.

» Mais, par suite de la forme particulière des équations (1), on peut déjà, en différentiant une seule fois ces équations, établir la relation suivante :

$$(2)\qquad v_x w_x u_{x^2} + (v_x w_y + v_y w_x)\, u_{xy} + \ldots = 0,$$

qui ne contient que les dérivées du deuxième ordre de u, et l'existence de cette équation m'a permis d'établir dans ma Thèse (*Annales de l'École Normale*, t. III) que tout le problème se ramène à l'intégration d'une seule équation différentielle du troisième ordre. C'est l'équation formée par M. Cayley.

» Je montrerai dans cette Note qu'en continuant les différentiations jus-

qu'au troisième ordre, on peut obtenir, par une méthode assez élégante, cette équation à laquelle satisfait u, sous une forme simple et symétrique. La marche suivie réussirait aussi dans l'étude du problème plus général où le trièdre, formé par les plans tangents aux trois surfaces (u) (v) (w) à leur point d'intersection, serait conjugué dans une quadrique fixe quelconque. Si cette quadrique devient le cercle de l'infini, on retrouve comme cas particulier trois familles de surfaces orthogonales.

» Les raisonnements qui suivent reposent sur l'emploi systématique d'une opération différentielle, qui conduit avec une extrême simplicité à l'ensemble si riche et si étendu des formules relatives aux surfaces. Elle est définie par l'équation

$$\partial_\alpha \beta = \partial_\beta \alpha = \frac{\partial\alpha}{\partial x}\frac{\partial\beta}{\partial x} + \frac{\partial\alpha}{\partial y}\frac{\partial\beta}{\partial y} + \frac{\partial\alpha}{\partial z}\frac{\partial\beta}{\partial z},$$

ou

$$\partial_\alpha = \frac{\partial\alpha}{\partial x}\frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial\alpha}{\partial y}\frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial\alpha}{\partial z}\frac{\partial}{\partial z}.$$

» On a, relativement au symbole ∂_x, les formules fondamentales suivantes :

(3) $$\frac{d}{dx} = \partial_x, \quad \partial_x uv = u\partial_x v + v\partial_x u,$$

(4) $$\begin{cases} \partial_w \partial_u v + \partial_v \partial_u w - \partial_u \partial_v w = 2(v_x \partial_w u_x + v_y \partial_w u_y + v_z \partial_w u_z) \\ \qquad = 2[v_x w_x u_{x^2} + (v_x w_y + v_y w_x) u_{xy} + \ldots] \end{cases}$$

» Cela posé, les équations différentielles de notre problème peuvent s'écrire

$$\partial_v u = \partial_u v = 0, \ldots,$$

et, par suite de la formule (4), on aura immédiatement l'équation (2) écrite plus haut.

» Maintenant appliquons l'opération ∂_u à cette équation

$$w_x \partial_v u_x + w_y \partial_v u_y + w_z \partial_v u_z = 0,$$

nous aurons

(5) $$\partial_u w_x \partial_v u_x + \partial_u w_y \partial_v u_y + \partial_u w_z \partial_v u_z + w_x \partial_u \partial_v u_x + w_y \partial_u \partial_v u_y + w_z \partial_u \partial_z u_z = 0.$$

» En échangeant les symboles ∂_u et ∂_v dans la seconde ligne de cette équation par l'emploi de la formule (4), nous aurons

$$\partial_u w_x = -\partial_w u_x,$$
$$\partial_u \partial_v u_x - \partial_v \partial_u u_x = -2(u_{x^2} \partial \quad {}_x + u_{xy} \partial_v u_y + u_{xz} \partial_v u_z),$$

et, par suite, l'équation (5) prendra la forme

$$w_x \partial_v \partial_u u_x + w_y \partial_v \partial_u u_y + w_z \partial_v \partial_u u_z - 3(\partial_w u_x \partial_v u_x + \partial_w u_y \partial_v u_y + \partial_w u_z \partial_v u_z) = 0.$$

» C'est, comme on va le voir, l'équation cherchée. En effet, développons les calculs, la formule précédente deviendra

$$(6) \quad \left\{ \begin{aligned} & A v_x w_x + B v_y w_y + C v_z w_z + F(v_y w_z + v_z w_y) + G(v_x w_z + v_z w_x) \\ & \qquad + H(v_x w_y + v_y w_x) = 0, \end{aligned} \right.$$

où A, B, C, F, G, H sont des fonctions des dérivées de u. On a

$$A = u_x u_{x^3} + u_y u_{yx^2} + u_z u_{zx^2} - 2(u_{x^2}^2 + u_{yx}^2 + u_{zx}^2) = \partial_u u_{x^2} - 2\partial_{u_x} u_x,$$

$$F = u_x u_{xyz} + u_y u_{y^2 z} + u_z u_{yz^2} - 2(u_{yx} u_{zx} + u_{y^2} u_{zy} + u_{yz} u_{z^2}) = \partial_u u_{yz} - 2\partial_{u_y} u_z.$$

» Les autres coefficients s'obtiennent par des permutations circulaires. Il reste à faire disparaître de l'équation (5) les dérivées partielles de v et w. A cet effet, en combinant linéairement les équations du système (1), on formera le système suivant :

$$\begin{aligned} w_x \partial_v u + v_x \partial_w u = 2 v_x w_x u_x + (v_x w_y + v_y w_x) u_y + (v_x w_z + v_z w_x) u_z &= 0, \\ (w_x v_y + w_y v_x) u_x + \qquad 2 w_y v_y u_y + (w_y v_z + w_z v_y) u_z &= 0, \\ (w_x v_z + w_z v_x) u_x + (w_y v_z + w_z v_y) u_y + \qquad 2 w_z v_z u_z &= 0. \end{aligned}$$

» En ajoutant à ces équations la seconde du système (1) et l'équation (2), on a six équations homogènes et du premier degré en $v_x w_x$, etc. On pourra donc éliminer les dérivées de v, w, et l'on obtiendra l'équation finale sous la forme

$$(7) \quad \begin{vmatrix} A & B & C & F & G & H \\ u_{x^2} & u_{y^2} & u_{z^2} & u_{yz} & u_{xz} & u_{xy} \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2u_x & 0 & 0 & 0 & u_z & u_y \\ 0 & 2u_y & 0 & u_z & 0 & u_x \\ 0 & 0 & 2u_z & u_y & u_x & 0 \end{vmatrix} = 0.$$

On voit immédiatement qu'elle est linéaire par rapport aux dérivées du troisième ordre, du troisième degré par rapport à celles du second, du quatrième par rapport à celles du premier. On peut la développer facilement ou la mettre sous la forme d'un déterminant du troisième ordre; je con-

serverai le déterminant précédent dont la composition permet d'apercevoir plusieurs résultats.

» Mais auparavant, pour vérifier notre calcul, voyons ce que devient l'équation (12) quand on suppose, comme l'a fait M. Bouquet,

$$u = X + Y + Z,$$

X, Y, Z étant respectivement des fonctions de x, y, z.

Alors

$$F = G = H = 0,\quad A = X'X''' - 2X''^2,\quad B = Y'Y''' - 2Y''^2,\quad C = Z'Z''' - 2Z''^2,$$

et l'équation se réduit à

$$2u_x u_y u_z \begin{vmatrix} X'X''' - 2X''^2 & Y'Y''' - 2Y''^2 & Z'Z''' - 2Z''^2 \\ X'' & Y'' & Z'' \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} = 0,$$

ce qui est bien le résultat de M. Bouquet. La forme même sous laquelle nous l'obtenons nous indique que les fonctions X, Y, Z doivent satisfaire à une équation de la forme

$$X'X''' - 2X''^2 = \lambda X'' + \mu, \ldots,$$

où λ et μ sont des constantes.

» Cherchons encore à quoi se réduit l'équation (6) quand on prend la normale à la surface (u) pour axe des x, et les directions principales pour axes des y et des z. Alors

$$u_y = u_z = u_{yz} = 0,$$

$$F = u_x u_{xyz} - 2u_{xz} u_{yz},\quad G = H = 0,$$

et il reste

$$\begin{vmatrix} B & C & F \\ 1 & 1 & 0 \\ u_{y^2} & u_{z^2} & 0 \end{vmatrix} \quad \text{ou} \quad (u_{y^2} - u_{z^2})(u_x u_{xyz} - 2u_{xz} u_{yz}) = 0,$$

ce qui est d'accord avec un résultat obtenu par M. Puiseux dans ses *Recherches sur les Surfaces orthogonales* (*Journal de M. Liouville*, t. VIII, 2e série). »

PHYSIQUE. — *Réponse à une communication précédente de M.* Gernez, *intitulée : « Note relative à l'action prétendue des lames minces liquides sur les solutions sursaturées; »* par M. G. VAN DER MENSBRUGGHE.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (t. LXXV, p. 1705), M. Gernez cherche à réfuter un travail où, en collaboration avec M. Tomlinson, j'ai essayé de rattacher à la théorie de la tension superficielle les phénomènes si bizarres que présentent les solutions salines sursaturées. Pour le dire en passant, M. Gernez regarde, sans doute par distraction, la tension superficielle comme une simple hypothèse; cependant j'ai lieu de croire qu'il connaît les preuves au moyen desquelles l'existence de la force contractile des liquides est établie; il ne doit donc pas hésiter à la traiter comme un fait désormais incontestable.

» Avant d'aborder le fond de la question, qu'il me soit permis de faire connaître brièvement les circonstances qui ont donné lieu à la publication de notre essai, et la part de responsabilité qui revient à chacun de nous. Après avoir réfléchi aux faits nombreux relatifs à la cristallisation des solutions sursaturées, j'ai conçu l'idée que ces faits pouvaient avoir une connexion intime avec le jeu des forces contractiles des liquides mis en présence; n'ayant pas le temps de m'occuper moi-même de la partie expérimentale, je soumis mes vues à M. Tomlinson, en les formulant dans quatre propositions, destinées à être contrôlées par de nouvelles expériences; j'indiquai, de plus, les essais qui me paraissaient de nature à bien établir la connexion dont il s'agit. M. Tomlinson eut la bonté de se mettre aussitôt à l'œuvre, soit pour refaire quelques-unes de ses expériences antérieures, soit pour en exécuter de nouvelles. Cet examen fut loin de nous satisfaire entièrement, au point de vue théorique : à côté d'un grand nombre de faits conformes à nos propositions, il y en eut d'autres qui semblaient y être contraires. Malgré ce désaccord partiel, nous résolûmes de publier les résultats tant positifs que négatifs de l'enquête, dans l'espoir que notre essai provoquerait des recherches ultérieures. Je ne puis donc approuver aucunement, pour ma part, l'assertion de M. Gernez, d'après laquelle « la » netteté des résultats affirmés par ces physiciens (c'est-à-dire par nous) et » les conséquences formelles qu'ils en ont déduites ne laissaient place à » aucune ambiguïté. »

» Je passe actuellement aux faits nouveaux signalés par le savant physicien français. Il déclare tout d'abord s'être astreint à répéter scrupuleusement les expériences de M. Tomlinson; pour vérifier la proposition relative

à l'action de lames minces, il a opéré sur une solution sursaturée contenant 2 parties de sulfate de soude et 1 partie d'eau; sur cinquante-quatre ballons essayés, et dans lesquels s'est formée une pellicule, il ne s'en est pas trouvé un seul où la cristallisation se soit effectuée. Dans une nouvelle série de cinquante-quatre expériences, avec des solutions sursaturées d'autres substances, M. Gernez n'a pas non plus constaté une seule fois la solidification, ni immédiatement, ni après dix jours. Il conclut de là que les lames minces à faible tension sont absolument insuffisantes pour déterminer la cristallisation des solutions salines sursaturées, soit immédiatement, soit au bout d'un temps quelconque.

« Bien que j'attache une grande importance aux expériences de M. Gernez, je trouve sa conclusion prématurée, et d'autant moins légitime qu'il n'a nullement opéré comme M. Tomlinson, malgré son affirmation si positive à cet égard. En effet, dans l'article contre lequel s'élève M. Gernez, nous invoquons d'abord, à l'appui de l'action des lames linces, les résultats décrits dans la 2ᵉ partie du Mémoire de M. Tomlinson : *On supersaturated saline solutions* (*Transactions of the Royal Society*, 1870, p. 51); je ne citerai ici que les suivants, qui me paraissent bien caractéristiques :

« Une solution de sulfate de soude à 10 équivalents d'eau, faite dans la proportion de 1 *partie de sel pour* 1 *partie d'eau*, est versée, après filtration, dans quatre flacons, qu'on recouvre ensuite d'un verre de montre, puis refroidie pendant plusieurs heures; on dépose alors à la surface du liquide, dans chaque flacon, une goutte d'huile de phoque (*seal-oil*); chaque fois, celle-ci s'étale en une lame mince présentant des couleurs, et aussitôt il se forme sous cette lame des cristaux de sulfate de soude; la cristallisation s'effectue en chaque point de la surface inférieure, et quand un petit amas de cristaux se détache et tombe, il s'en reproduit un autre, jusqu'à ce que toute la solution soit devenue une masse cristalline, entourée d'une petite quantité de liquide. Ce cas est tout à fait différent de celui où le contact d'un corps solide (par exemple, des poussières de l'air ou des corps nucléaires) produit la solidification en un ou plusieurs points de la surface; la cristallisation, au lieu d'être graduelle, se fait alors trop rapidement pour être régulière. »

» Après cette citation, nous indiquons le cas exceptionnel où l'essence de térébenthine fraîchement distillée, au lieu de s'étendre comme l'essence ordinaire, se maintient sous forme de lentille et ne produit pas de cristallisation. Puis nous décrivons les résultats obtenus avec des solutions à différents degrés de concentration et, par suite, de tensions superficielles notablement différentes; selon moi, c'est exclusivement de cette manière qu'on peut reconnaître si la tension intervient ou non dans le phénomène, et jusqu'à quel point elle intervient. Nous avons trouvé ainsi que, avec

douze flacons contenant une solution de 1 partie de sel pour 1 partie d'eau (tension $t = 5,2$ environ), l'huile de phoque, de *spermaceti*, l'huile de graine de coton, l'huile *niger*, ont donné des lamelles et amené la solidification. Enfin nous rapportons deux séries d'expériences, faites avec une solution contenant 3 parties de sel pour 1 partie d'eau ($t = 3,5$ à 4); dans l'une des séries, les mêmes huiles que ci-dessus ont gardé la forme de lentilles, sans produire de cristallisation, tandis que, dans l'autre, il s'est manifesté des lamelles donnant lieu à la solidification. Ainsi, lorsque la solution était trois fois plus concentrée, les mêmes substances ont produit plus difficilement la cristallisation. C'est là un fait d'une importance capitale, et je le soumets avec confiance à l'appréciation de mon savant contradicteur. Si les observations n'ont pas été identiques dans les deux séries, j'attribue cette particularité à ce que la solution n'avait pas, dans les deux cas, la même force contractile.

» Ce qui précède montre suffisamment que M. Gernez n'a pas suivi exactement notre méthode, et que les expériences faites avec une solution d'une sursaturation moyenne, quelque nombreuses qu'elles soient d'ailleurs, peuvent avoir sans doute une grande valeur par elles-mêmes, mais ne permettent nullement de trancher la question relative à l'influence de la tension superficielle.

» Quant à la proposition concernant l'action des corps solides sur les solutions sursaturées, M. Gernez cite des expériences sur l'acétate de soude, l'hyposulfite de soude, et le tartrate de soude et de potasse; mais il n'a donné la tension superficielle d'aucun de ces liquides, et sans cet élément il n'y a pas moyen de juger les faits. Pourquoi n'a-t-il pas opéré également avec le sulfate de soude, en s'entourant des précautions nécessaires? Dans ce cas, il se serait rapproché réellement de la marche que nous avons suivie.

» On le voit, la comparaison des faits importants signalés par M. Gernez avec les nombreuses expériences de M. Tomlinson n'autorise aucunement à se prononcer d'une manière définitive; quant à moi, je regarde la question non comme jugée sans appel, mais comme devant être soumise à de nombreux et minutieux essais, dans lesquels on aura grand soin de mesurer les tensions des liquides sur lesquels on opère. Un point qu'il ne faudra pas manquer d'éclaircir, c'est que, d'une part, dans les expériences du physicien anglais, il n'y a jamais eu d'étalement en lame mince sans cristallisation, tandis que, dans celles de M. Gernez, qui, à la vérité, ont été faites avec des solutions de force différente, il n'y a jamais eu de solidification, malgré l'extension des liquides en minces lamelles. Cela donnera peut-être lieu à

la découverte de causes multiples, agissant dans ces phénomènes si compliqués.

» Je crois utile de rappeler ici toutes les précautions dont s'est entouré mon collaborateur : pour éviter toute erreur possible, résultant des effets de la poussière flottant dans l'air d'une chambre, les expériences ont toutes été effectuées dans un jardin, à la campagne, dans un village voisin de Londres. On préparait d'abord chaque solution dans une grande éprouvette, puis on la filtrait bouillante dans plusieurs flacons, on la faisait bouillir de nouveau, on la recouvrait de verres de montre ou de capsules, et enfin on portait les flacons en plein air. On avait soin de répéter plusieurs fois la même expérience, sur des solutions de même force.

» Je me demande après cela comment, ainsi que l'insinue M. Gernez, M. Tomlinson en effectuant ses essais, et moi en m'appuyant sur ceux-ci pour énoncer mes quatre propositions théoriques, nous aurions pu être victimes d'une *illusion complète*. Cette supposition de l'auteur me fait croire qu'il s'est arrêté à l'énoncé des propositions dont il s'agit, sans prendre une connaissance détaillée de l'article qu'il veut réfuter. Et dira-t-on que les liquides à faible tension qu'a employés le physicien anglais contenaient des traces des substances cristallines dont étaient formées les solutions sursaturées? Je répondrai alors que les mêmes huiles qui, par leur étalement sur les solutions les plus faibles, y produisaient la cristallisation, n'ont pas provoqué la solidification d'autres solutions trois fois plus fortes, où elles demeuraient, il est vrai, sous forme lenticulaire.

» Pour terminer, je ferai valoir une dernière considération qui me paraît très-importante : M. Gernez ne rejette ma théorie que pour invoquer l'action des poussières cristallines, disséminées dans l'air ou en suspension dans les liquides à faible tension ; mais cette action est en tout point conforme à la théorie de la tension superficielle ; en effet, selon nous, les cristaux microscopiques de l'air ne produisent pas la solidification comme tels, mais seulement parce qu'ils sont recouverts de substances plus ou moins grasses : ce qui démontre la justesse de cette explication, c'est que M. Tomlinson a prouvé directement que des cristaux chimiquement purs et de même nature que ceux de la solution ne donnent pas lieu à la solidification de la masse entière (*voir* les *Philos. Transact.*, 1868, p. 665, et 1870, p. 68). »

CHIMIE. — *Sur quelques combinaisons où le phosphore paraît exister dans un état allotropique analogue au phosphore rouge;* Note de M. **Arm. Gautier**, présentée par M. Wurtz.

« Parmi les combinaisons que forme le phosphore avec l'hydrogène ou l'oxygène, il en est plusieurs dont la composition ou même l'existence reste douteuse. Le sous-oxyde de phosphore, de M. Le Verrier, P^4O, l'acide phosphoreux P^2O^3, les hydrogènes phosphorés P^2H^2 et P^2H sont de ce nombre. L'une des causes de cette incertitude tient à l'état amorphe de ces corps, et la découverte du phosphore rouge n'a pas peu contribué à faire penser que tous les composés jaunes, oranges ou rouges, très-riches en phosphore, n'étaient autre que du phosphore amorphe, à l'état impur. L'analogie des propriétés physiques de ces corps avec le phosphore amorphe, leur insolubilité, la difficulté de les faire entrer en combinaison ont rendu cette hypothèse plus probable encore. Je crois pouvoir affirmer aujourd'hui l'existence d'une série de composés, dont quelques-uns ont été pris jusqu'ici pour du phosphore amorphe, mais qui, en réalité, contiennent aussi de l'hydrogène et de l'oxygène, qui sont doués d'une grande stabilité, et qui, d'après leurs propriétés physiques et chimiques, paraissent contenir le phosphore dans un état allotropique analogue au phosphore amorphe, c'est-à-dire où un certain nombre d'atomes de phosphore, se soudant les uns aux autres, en perdant une partie de leur chaleur de constitution, jouent, comme dans les combinaisons organiques du carbone, le rôle d'un atome simple. Je me bornerai, dans cette Note, à décrire le composé qui résulte de l'action du protochlorure de phosphore sur l'acide phosphoreux.

» Quand on chauffe, en tube scellé, à 170 degrés, de l'acide phosphoreux cristallisable avec 5 à 6 fois son poids de protochlorure de phosphore, on obtient bientôt une masse rouge brun. A l'ouverture du tube, il se dégage beaucoup d'acide chlorhydrique. En traitant par l'eau la masse rouge, on obtient une solution d'acide phosphoreux et pyrophosphorique, et sur le filtre une poudre rouge-brique, qui n'est autre que du phosphore amorphe formé d'après l'équation

$$3PCl^3 + 7PH^3O^3 = 4P + 3P^2H^4O^7 + 9HCl.$$

Il n'en est plus ainsi si l'on chauffe le même mélange à 79 degrés. Il se dégage encore de l'acide chlorhydrique, et il se forme de l'acide pyrophosphorique; mais il se dépose peu à peu, au fond du ballon, un composé jaune

vif, qu'on peut séparer en distillant d'abord l'excès de protochlorure, et reprenant la masse qui reste, après l'avoir refroidie à — 10 degrés par l'eau glacée versée goutte à goutte, jetant ensuite le tout sur un filtre, lavant, séchant dans le vide, puis à 140 degrés, dans un courant d'acide carbonique. Quand on a opéré avec ces précautions, on obtient une poudre jaune qui, soumise à l'analyse, a donné les résultats suivants :

	I.	II.	III.
P...........	86,92	87,55	87,76
H...........	0,93	0,80	0,87
O...........	12,15	11,65	11,37

chiffres qui correspondent à la formule P^4HO, qui demande $P = 87,94$; $H = 0,71 + O = 11,35$.

» Si l'on dépasse la température de 80 degrés, le corps produit devient plus orangé; à 100 degrés, il se mélange de phosphore amorphe. On remarquera en effet la relation très-simple

$$3P^4HO + PCl^3 + 3PH^3O^3 = 3PH^3O^4 + 3HCl + 13P.$$

L'action du chlorure de phosphore sur l'acide phosphoreux ne donnant lieu, outre le corps P^4HO, qu'aux acides chlorhydrique et pyrophosphorique, l'équation qui l'exprime est la suivante :

$$11PCl^3 + 27PH^3O^3 = 4P^4HO + 11P^2H^4O^7 + 33HCl.$$

» Le composé P^4HO est d'une belle couleur jaune, amorphe, inaltérable à l'air s'il est sec ; quand il est humide, il s'oxyde lentement en émettant une légère odeur alliacée. Il est insoluble dans tous les dissolvants que nous avons employés : l'eau, l'alcool, l'éther, la benzine, le chloroforme, l'essence de térébenthine, même à 150 degrés, la glycérine, l'acide acétique, l'acide phosphoreux, le protochlorure de phosphore, le protochlorure d'antimoine.

» Ce corps est très-stable; on peut le porter à 240 ou 250 degrés dans un courant d'acide carbonique sec, sans qu'il perde sensiblement de son poids. Vers 265 degrés, il émet de l'hydrogène phosphoré et dégage un peu de phosphore ordinaire; mais ce n'est qu'à 350 ou 360 degrés que le phosphore distille abondamment, tandis qu'il se forme un résidu oxygéné qui attaque et perce le verre.

» Chauffé à l'air, ce corps s'enflamme au fond d'un tube vers 260 degrés, et brûle lentement après avoir produit une légère explosion. Mélangé à l'oxyde de cuivre et soumis au choc, il s'enflamme sans détonation. Il fait explosion quand on le frappe mêlé au chlorate de potasse.

» Ce corps est inattaquable à froid par les acides étendus; mais l'acide nitrique ordinaire l'oxyde si violemment que la réaction est accompagnée d'une vive lumière. L'acide sulfurique concentré ne dégage avec lui de l'acide sulfureux que vers 200 degrés.

L'eau à 170 degrés le décompose aisément. Il se forme de l'hydrogène phosphoré pur PH^3 et des acides phosphoreux et hypophosphoreux; un peu plus haut, de l'acide phosphorique avec une trace d'hydrogène :

$$2P^4HO + 11H^2O = 5PH^3O^2 + PH^3O^3 + 2PH^3.$$

» Les alcalis très-étendus agissent sur le corps P^4HO; avec de la soude étendue de 50 fois son poids d'eau, il se dégage pendant des semaines un mélange d'hydrogène phosphoré PH^3 et d'hydrogène en excès; il se fait du phosphate et de l'hypophosphite de soude, et il se forme un composé insoluble, brun, qui, laissé humide à l'air, paraît reproduire le corps primitif. Est-ce du phosphore amorphe, sous un état spécial, ou est-ce une autre substance? Nous réservons encore cette question, que l'instabilité de corps ne nous a pas permis de résoudre entièrement. Toujours est-il que ce corps brun disparaît peu à peu et que la réaction finale est la suivante :

$$P^4HO + 11H^2O = PH^3O^2 + 2PH^3O^5 + PH^3 + 11H.$$

» Le gaz ammoniac s'unit vivement à froid au corps P^4HO, et forme avec lui un composé d'additions d'où la chaleur chasse peu à peu AzH^3; le gaz chlorhydrique fait reparaître P^4HO.

» M. Le Verrier a décrit, en 1837 (1), un corps qu'il a appelé *sous-oxyde de phosphore*, auquel il a attribué la formule P^4O, qui ne diffère de celle du composé dont je fais ici l'histoire que par l'absence d'un atome d'hydrogène. Ce corps, que l'on obtient en laissant quelque temps à l'air le phosphore immergé dans le protochlorure de phosphore, se formerait, d'après cet auteur, par l'oxydation lente de ce phosphore à travers le chlorure. Il en résulterait bientôt une combinaison cristalline, à laquelle il a donné le nom de *phosphate d'oxyde de phosphore*, soluble dans l'eau. Cette solution précipite l'oxyde P^4O quand on la fait bouillir. J'ai observé les mêmes faits avec le mélange d'acide phosphoreux et de protochlorure. Le sous-oxyde de phosphore de M. Le Verrier a du reste toutes les propriétés du corps P^4HO que je décris ici, et je pense qu'il dérive, non de l'oxydation lente du phosphore, mais de l'action du chlorure de phosphore sur de

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXV, p. 257.

l'acide phosphoreux produit par l'air humide agissant sur le même chlorure.

» L'existence de l'hydrogène dans le corps qui fait le sujet de cette Note résulte de mes analyses faites sur une substance desséchée à 100, 140 et 240 degrés, et du dégagement d'hydrogène phosphoré qui se fait vers 265 degrés; mais j'ai voulu en avoir une preuve nouvelle. J'ai mêlé pour cela le corps P^4HO bien sec, avec cinq à six fois son poids de carbonate de soude, préalablement porté au rouge. Ce mélange a été chauffé et les gaz recueillis. Ils contenaient, outre de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone, les $\frac{4}{6}$ de l'hydrogène indiqué par l'oxyde dans le corps P^4HO, à l'état d'hydrogène phosphoré. L'équation suivante indique cette réaction :

$$3P^4HO + 3CO^2Na^2 = 2PO^4Na^3 + PH^3 + CO^2 + 2CO + 9P.$$

On ne saurait donc contester, dans ce composé, l'existence de l'hydrogène.

» Que le composé P^4HO ne soit pas mélangé de phosphore amorphe, cela résulte de la constance de mes analyses, et de ce fait que la soude caustique très-diluée le dissout à froid, sans laisser de résidu, tandis qu'une solution de soude dix fois plus concentrée n'exerce pas d'action sur le phosphore rouge.

» Je reviendrai sur la constitution de ce corps singulier, quand j'aurai pu décrire quelques combinaisons analogues, entre autres celle que l'on obtient par l'action de l'eau sur le bi-iodure de phosphore. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le dosage de l'ammoniaque contenue dans le gaz d'éclairage;* Note de M. A. HOUZEAU.

« Un moyen fort commode, et non moins exact, pour doser l'ammoniaque contenue dans le gaz d'éclairage consiste à faire une prise de gaz *avant son entrée* dans le compteur et à diriger le gaz dans 5 centimètres cubes d'acide sulfurique titré, contenant $0^{gr},30625$ de SO^3HO, c'est-à-dire une quantité d'acide capable de neutraliser $0^{gr},10625$ d'ammoniaque (AzH^3). La liqueur acide ayant été préalablement colorée en rouge par quelques gouttes de solution de tournesol très-sensible, on arrête l'écoulement du gaz aussitôt que la liqueur bleuit. On sait ainsi immédiatement, et sans le concours de manipulations ultérieures, que le volume du gaz d'éclairage qui a traversé le liquide sulfurique contient $0^{gr},10625$ d'ammoniaque (AzH^3); le volume du gaz employé est indiqué par le compteur.

» Afin d'éviter une trop forte pression qui serait exercée par l'acide

titré, s'il était introduit dans une éprouvette, il est préférable de le verser dans une petite fiole à fond plat (40 centimètres cubes de capacité), dont le bouchon donne passage à deux tubes abducteurs, courbés à angle droit. La hauteur du liquide étant moindre, l'obstacle qu'il oppose au passage du gaz est faible. On peut substituer avec avantage à cette fiole le nouveau flacon laveur de M. Fastré, dont toutes les parties sont soudées au feu, et dont le tube qui amène le gaz dans l'acide est terminé par une petite boule percée de trous, à la façon d'une pomme d'arrosoir.

» Plusieurs essais préliminaires nous ont en outre montré que, dans les conditions de pression où se trouve ordinairement le gaz, l'absorption de l'ammoniaque par l'acide est toujours instantanée. En général, la durée de cette détermination de l'alcali volatil n'excède pas une demi-heure. On peut même l'accomplir en *cinq minutes*, en remplaçant l'acide précédent par un acide titré plus faible, tel que celui dont je fais usage dans mes essais ozonométriques, et dont $5^{cc} = 0^{gr},00612$ de SO^3HO, équivalant à $0^{gr},002125$ de AzH^3. Une précaution indispensable à prendre, pour obtenir des résultats concordants et exacts, consiste à purger d'air les tuyaux ou conduites de gaz, en laissant perdre avant le dosage une centaine de litres de gaz.

» Il résulte des analyses faites par cette méthode qu'à Rouen, pendant les années 1868 et 1869, 100 litres de gaz d'éclairage à 15 degrés et à la pression de $0^{m},760$ contenaient en moyenne $0^{gr},1042$ d'ammoniaque (AzH^3).

» D'après les renseignements qui m'ont été obligeamment fournis par M. F. Leblanc, chimiste vérificateur de la ville de Paris, le gaz de la capitale serait bien plus pauvre en alcali volatil que le gaz de Rouen, puisque, sous le même volume, il ne renfermerait que $0^{gr},0090$ d'ammoniaque, c'est-à-dire une proportion douze fois moindre.

» La présence de l'ammoniaque dans le gaz d'éclairage, surtout à la dose trouvée dans le gaz de Rouen, n'est pas sans offrir d'assez graves inconvénients pour les consommateurs, ainsi que cela résulte d'ailleurs des plaintes nombreuses qui, dans ces dernières années, sont parvenues à la municipalité rouennaise. C'est à cet agent qu'il faut attribuer la prompte altération signalée dans les matières employées au graissage des robinets et des genouillères à gaz, l'usure rapide et même la perforation des divers appareils en métal, et particulièrement en laiton, usités dans ce mode d'éclairage. C'est ainsi que l'analyse m'a fait voir que, dans un dépôt solide (une sorte de crasse très-épaisse), qui s'était formé à la jonction de deux con-

duites de gaz, de manière à les obstruer presque complétement, il existait, sur 100 parties en poids de ce dépôt :

7,6 d'ammoniaque (AzH^3);
9,8 de fer et de zinc;
25,0 de cuivre.

» Or ces métaux avaient été entièrement empruntés aux diverses pièces métalliques des conduites et des appareils, dont ils compromettaient à la fois le bon fonctionnement et la solidité. Il serait à désirer qu'on privât le gaz d'éclairage de la totalité de son principe ammoniacal, comme on est parvenu à le dépouiller entièrement de l'acide dont il était si riche autrefois.

» Il y a d'ailleurs un moyen bien simple de s'assurer si le gaz est pur d'ammoniaque libre ou carbonatée : il suffit de suspendre, pendant dix ou vingt minutes, au-dessus d'un bec de gaz ouvert, une bande de papier de tournesol rouge vineux sensible, légèrement humectée d'eau pure. Si faiblement ammoniacal que soit le gaz, il bleuira le papier. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles expériences sur les combustions respiratoires; oxydation du sucre dans le système artériel;* Mémoire de MM. A. ESTOR et C. SAINT-PIERRE, présenté par M. Cl. Bernard. (Extrait par les auteurs.)

« En présence de la discussion récente qui s'est engagée devant l'Académie, au sujet du siége des combustions respiratoires, nous croyons devoir faire connaître dès aujourd'hui la première partie d'une nouvelle série d'expériences, faisant suite à celles que nous avons entreprises sur cette question (1). Nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie un Mémoire sur l'oxydation du sucre dans le système artériel, ainsi que la description et les dessins des appareils que nous devons à ses libéralités.

» I. Notre expérience fondamentale est la suivante : Nous introduisons dans la veine fémorale d'un chien une solution de glucose, et nous prenons aussitôt du sang à l'artère fémorale du côté opposé. Nous recherchons dans ce sang et le glucose et l'oxygène. (Une série d'essais préalables nous permet d'établir que l'eau de la solution glucosique n'intervient pas dans le phénomène.) Cette expérience est variée de plusieurs manières.

» Nous avons vu ainsi, sous l'influence du glucose injecté, l'animal atteint d'une angoisse extrême et se livrant à de fortes inspirations. Nous avons vu le glucose disparaître très-rapidement, et la quantité d'oxygène

(1) *Comptes rendus*, 1864-1865, et janvier 1872.

diminuer même jusqu'à zéro, par la présence du glucose, pour se relever après la combustion totale de ce produit.

» Ces expériences sont démonstratives des combustions intra-artérielles. En effet, le sang s'est chargé d'air dans les poumons; si l'oxygène de cet air a disparu du poumon à l'artère fémorale, corrélativement au passage du sucre dans les artères, c'est que le sucre a été l'agent de cette disparition.

» II. On aurait pu faire une objection. L'injection du sucre n'a-t-elle pas pour effet de diminuer les phénomènes d'inspiration? La diminution d'oxygène ne tient-elle pas à ce que, dans ces conditions, l'animal en inspire moins?

» Nous répondons à cette objection, que nous nous sommes posée, par des recherches directes, à l'aide d'un appareil assez compliqué, dont nous joignons au Mémoire une description et des figures. Ces expériences démontrent : 1° que l'injection du sucre dans les vaisseaux ne modifie pas les phénomènes respiratoires, quant à la quantité d'air inspiré et expiré; 2° que la quantité d'oxygène consommé est au moins aussi grande; 3° que la quantité d'acide carbonique produit est loin d'être en rapport avec la proportion d'oxygène disparu.

» III. Nos recherches permettent donc de rendre évidentes les combustions respiratoires intra-artérielles. Elles conduisent enfin à admettre dans le sang deux sortes d'états de l'oxygène, confondus à tort dans la plupart des analyses. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Équidés de la faune quaternaire;* Note de M. Sanson, présentée par M. Robin.

« Dans les listes d'espèces déterminées par les explorateurs, maintenant si nombreux, des terrains et du sol des cavernes de la période quaternaire, on voit presque toujours figurer l'*Equus cabalus*, sans que d'ailleurs soient indiqués les caractères à l'aide desquels une telle détermination spécifique a pu être établie. Les restes osseux qui témoignent de la présence des Équidés dans les gisements dont il s'agit sont ordinairement des dents molaires isolées, des fragments de maxillaire pourvus des incisives, et quelquefois des os des membres, entiers ou brisés. Il ne me paraît pas possible de dépasser, en ne disposant que de ces sortes de pièces, la diagnose du genre : de distinguer, par exemple, l'*Equus asinus*, qui habitait l'Europe méridionale dans les temps quaternaires, d'un *Equus cabalus* quelconque. La présente Note a pour objet de mettre en évidence cette impossibilité.

» Quant au système dentaire, il n'y a aucune différence nettement saisissable entre les diverses espèces du genre *Equus*, actuellement vivantes. Ni par la forme, ni par le volume, ni par rien autre, on ne saurait distinguer sûrement une dent molaire d'âne d'une dent molaire de cheval. Le nombre et les dispositions des plis de l'émail, par exemple, sont absolument semblables. Dans les incisives, le cornet dentaire est généralement plus profond chez l'âne que chez le cheval ; mais il l'est souvent autant chez celui-ci. Ce n'est donc point là un caractère distinctif certain. J'ai sous les yeux, dans ma collection particulière, un crâne de *E. A. europæus* (variété du Poitou) et un crâne de *E. C. frisius* (le plus grand et le plus volumineux de tous les chevaux connus). Dans tous les deux, la largeur de la surface externe de la quatrième molaire supérieure, la moins volumineuse des six de la rangée, est également de 25 millimètres. Cette largeur est exactement aussi de 25 millimètres sur trois molaires semblables, dont deux encore vierges, provenant de la caverne de Loubeau, située près de la ville de Melle (Deux-Sèvres).

» En attribuant à un *Equus cabalus* toute dent d'Équidé fossile, on s'expose donc à commettre de fréquentes erreurs de diagnose spécifique. Pour des raisons que je me propose de développer ultérieurement, et qui sont d'un autre ordre, je suis porté à penser que ces erreurs se sont reproduites toutes les fois qu'il s'est agi des ossements trouvés dans le sol des cavernes situées, chez nous, au-dessous de la Loire. Tous les explorateurs y ont signalé l'existence d'un *Equus cabalus.* Toutes les probabilités sont cependant pour *E. A. europæus*, qui vit et prospère encore aujourd'hui dans nos régions méridionales. Mais mon but n'est pas d'insister présentement là-dessus : je m'en tiens à montrer que les déterminations admises ne sont fondées sur rien de précis.

» Pour ce qui concerne les os des membres, les paléontologistes avec lesquels j'ai pu discuter le sujet m'ont paru n'avoir pas d'autre base de distinction que celle tirée des dimensions. Ils sont convaincus que les os d'âne sont toujours moins longs et moins volumineux que ceux des plus petits chevaux connus. Pour chacune des espèces chevalines, la taille et le volume des individus varient dans d'énormes proportions. Entre la variété du littoral de notre Bretagne et celle des îles Schetland, qui sont de la même espèce, il y a par exemple des différences plus grandes que du simple au double. On pourrait énumérer un grand nombre de faits semblables. Il suffira, pour montrer que les dimensions dont il s'agit n'ont aucune valeur caractéristique, de faire voir que les proportions des os longs de notre

E. A. europæus dépassent celles d'un grand nombre de chevaux. En effet, la longueur du métacarpien principal du sujet dont il a été parlé plus haut est de 21 centimètres, sa plus faible circonférence de 105 millimètres; la longueur du métatarsien est de 24 centimètres, sa plus faible circonférence de 10 centimètres. Aucun anatomiste n'ignore que ces dimensions sont bien rarement dépassées chez les chevaux qui peuplent actuellement nos régions méridionales. Il y a donc par là même impossibilité de les distinguer, d'après ces seuls indices, et les ossements attribués à leur aide au cheval peuvent avoir tout aussi bien appartenu à l'âne.

» Parmi les pièces isolées du squelette, une seule serait vraiment caractéristique, ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le faire remarquer dans l'une des séances de la Société d'Anthropologie. Chez les ânes, l'apophyse orbitaire du frontal a une forme tout à fait particulière et spécifique. En outre de ce qu'elle est incomparablement plus large que chez aucune des espèces chevalines, de ce que sa surface externe est fortement rugueuse, ainsi que son bord antérieur, au lieu d'être lisse, ce bord, qui représente chez les chevaux un arc de cercle, se montre, chez les ânes, en forme de V ouvert. Le conduit auditif externe est aussi beaucoup plus grand chez les derniers; mais il n'y a point là, en raison des nuances qui peuvent se faire observer, de quoi fonder une diagnose suffisamment sure. Il n'en est plus de même pour la forme si nettement tranchée de l'apophyse orbitaire du frontal : celle-ci, à défaut du crâne entier, exclut toute chance d'erreur.

» Je conclus de ce qui précède qu'il y a lieu de rester dans le doute sur l'espèce des Équidés quaternaires, dont on ne possède que des dents, des fragments de mâchoire ou des os des membres, et de ne point les attribuer tous, comme on l'a fait jusqu'à présent sans plus ample information, résolûment à l'*Equus cabalus*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Déclinaison magnétique absolue à Tiflis, à Sébrova et à Paris*; Note de M. DIAMILLA MULLER.

« Dans les *Comptes rendus* du 30 octobre 1871 (t. LXXIII, p. 1063), se trouve une Note que j'avais eu l'honneur d'adresser à l'Académie, contenant le programme de la deuxième série d'observations magnétiques simultanées, qui devait avoir lieu sur toute la surface du globe, le 15 octobre 1872. Cette seconde série avait pour but de déterminer la variation séculaire des lignes isogones, ou, en d'autres termes, l'augmentation ou la diminution de la déclinaison magnétique absolue, pour faire suite à la

première série des observations simultanées du 29-30 août 1870, qui ont fourni une masse très-riche de documents relatifs à la variation diurne (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 574). Au programme de la deuxième série j'avais ajouté un tableau de plusieurs déclinaisons magnétiques absolues, calculées et rapportées au 15 octobre 1872.

» On m'annonce que cette observation a été partout exécutée d'après le programme; mais, à cause des réductions assez pénibles, je ne pourrai recevoir les documents que dans quelques semaines. En attendant, j'ai reçu les observations de Tiflis et de Sébrova (pays des Cosaques du Don).

» Dans le tableau que je viens d'indiquer, il s'est glissé une erreur qu'il est nécessaire de corriger. Au lieu de TIFLIS = 0°26',1 N.-O, on doit lire N.-E. En effet, j'avais déjà publié, dans le *Bulletin météorologique de Moncalieri* (t. V, n° 8), la déclinaison absolue de Tiflis, observée le 29-30 août 1870 = 0°13',0 N.-E.; c'est cette valeur qui m'a servi de base pour mes calculs.

» Voici maintenant les résultats de l'observation du 15 octobre 1872, faite par M. Moritz, directeur de l'Observatoire.

Observatoire de Tiflis.

($\varphi = +41°43',1$; $\lambda = 42°27',2$ Est de Paris).

Déclinaison absolue le 15 octobre 1872...	8^h *a.m*......	= 0°31'44",48	N.-E.
	2^h *p.m*......	= 0°28' 6",75	
	6^h *p.m*......	= 0°26'29",44	

» En tenant compte du maximum de déclinaison du matin et du minimum de la nuit, on pourrait prendre la détermination de 6^h *p. m.* comme la plus voisine de la moyenne. Ainsi la valeur observée = 0°26'29",44 ne diffère que de 23",44 de 0°26',1 calculée par moi et insérée dans le tableau. La marche de la variation séculaire étant uniforme, j'ai lieu d'espérer que le même accord se présentera pour les autres localités.

» Quant à Sébrova, que je n'avais pas prévu dans mon tableau, dont j'ignorais l'existence, puisqu'il n'y a que très-peu de temps que son observatoire magnétique se trouve installé sous la direction de M. Michel Sébrekoff, je n'avais pas pu en calculer la déclinaison absolue.

» Voici du reste les résultats des observations : la déclinaison absolue moyenne, déduite des observations de la marche de l'aiguille aimantée, de dix en dix minutes, pendant vingt-quatre heures, le 15 octobre, est de 2°20',13 N.-E.

» Quant à la déclinaison absolue de Paris, à cette même date, je ne

puis rien dire encore d'une manière certaine, parce que la position du zéro des instruments de l'Observatoire n'a pas encore été déterminée.

» La déclinaison moyenne à Paris, le 15 octobre 1872, a été publiée dans les *Comptes rendus* (t. LXXV, p. 1139); elle est égale à A + 26',4.

» S'il m'était permis de déduire *à priori* la valeur de A, en me basant sur mes calculs précédents, je dirais qu'elle est bien près de

$$A = 17^\circ 6' 6'' \text{ N.-O.},$$

puisque la déclinaison absolue pour Paris, calculée et rapportée au 15 octobre 1872, est $= 17^\circ 33',0$ N.-O.

» J'espère que le savant Directeur de la Météorologie, à l'Observatoire de Paris, voudra bien contrôler ce résultat par une détermination directe. »

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains jurassiques supérieurs du département de l'Hérault; Note de M. de Rouville, en réponse à une Note récente de M. Bleicher.*

« M. Bleicher, dans sa Note sur les terrains jurassiques supérieurs du département de l'Hérault (1), affirme qu'il existe à Ganges, au-dessus des calcaires blancs à *terebratula moravica*, une masse de 300 mètres d'épaisseur de calcaires, appartenant à l'horizon de l'*ammonites tenuilobatus*.

» Cette masse, recouvrant le corallien, ne saurait être rapportée qu'aux divisions tout à fait supérieures du terrain jurassique.

» Cette double affirmation a provoqué de ma part de nouvelles observations dans la région, d'ailleurs très-limitée, qui est indiquée par l'auteur de la Note. Ces observations, appuyées de coupes, me permettent de maintenir, contradictoirement à M. Bleicher, les faits stratigraphiques afférents à cette région, dans l'état où les avait constatés, dès 1846, É. Dumas de Sommières, et où les avaient trouvés après lui tous les observateurs qui ont visité cette même région.

» Aujourd'hui, comme en 1846, on peut affirmer qu'à Ganges la zone à *terebratula moravica* constitue le toit de nos dépôts jurassiques, et que la masse calcaire prétendue supérieure, qui forme les beaux escarpements de la gorge de l'Hérault à la Roque, n'est autre chose que le quatrième sous-groupe établi par Dumas dans son oxfordien (2), servant de support immédiat et passant même pétrographiquement au calcaire corallien. Les

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1544.

(2) *Bullet. Soc. Géol.*, 1846; session à Alais.

fossiles énumérés par M. Bleicher occuperaient donc, à Ganges comme ailleurs, un niveau inférieur au corallien.

» Voici ce qui s'observe dans la direction indiquée par l'auteur. A Cazillac, le calcaire blanc à *terebratula moravica* supporte immédiatement le néocomien inférieur; à une très-petite distance, une cassure surélève et disloque les calcaires blancs et les couches néocomiennes qui les surmontent, et donne lieu à une arête rocheuse, prise par l'auteur de la Note pour un horizon nouveau et supérieur; les calcaires blancs se dépouillent peu à peu, dans leur prolongement, de leur *facies* corallien, et passent pétrographiquement *en continuité de couches parfaite* au quatrième sous-groupe de Dumas, qui compose les hauts sommets du Thausac, dont la base, au lieu d'être formée, ainsi que le système de l'auteur l'exigerait, par les couches à *terebratula moravica*, présente au marteau et à l'œil du géologue la pétrographie et la faune du troisième sous-groupe, l'horizon des *ammonites biplex* et *tortisulcatus*. Nulle part dans la direction indiquée par M. Bleicher on ne saisit le recouvrement dont il parle. Je tiens cette confirmation des notions, depuis longtemps acquises sur notre terrain jurassique, d'un observateur très-compétent, M. Torcapel, préposé aux travaux du chemin de fer du Vigan, qui a bien voulu, sur ma demande, procéder à cette vérification. »

ASTRONOMIE. — *Observation faite par Hévélius en 1652;*
Note de M. W. DE FONVIELLE.

« Il me semble que les dernières observations faites dans la nuit du 27 novembre 1872 donnent quelque intérêt à une observation analogue, faite par Hévélius, le 27 décembre 1652, sur la comète alors visible. Il donne le dessin de la comète à la page 327 de sa *Cometographia*, et déclare à la page 338 qu'il a aperçu :

« Diversa corpuscula ad instar minutissimarum micantium stellularum, in ipso capite. »

» Cette observation est citée à l'appui de l'opinion qu'il émet, dans la même page, pour expliquer la constitution des comètes, et qu'il résume en ces mots :

« Cometæ ex diversis nucleis atque corporibus constant... adeo ut phenomena ista ex *uno* solido et in sphæram conflato corpore seu nucleo *minime constent*, ut quidem in reliquis planetis accidit; sed quod ista ex multifariis diversisque nucleis corporibusque, opacis sibi invicem adherentibus, intercedente aliâ materiâ *hinc inde* rariori et subtiliori, radiis solaribus, liberum transitum præbente constent. »

» M. W. de Fonvielle annonce, en outre, que, d'après plusieurs journaux anglais, M. Posson, observateur de Madras, averti par un astronome d'Europe qui lui avait envoyé un télégramme, aurait retrouvé la comète de Biela dans la constellation du Centaure. Cette comète n'offrait aucune différence d'aspect avec les comètes ordinaires; elle n'aurait point été visible sans lunette astronomique, et possédait une queue tournée à l'opposite du Soleil. »

M. Lacjobrois adresse la description d'un nouveau procédé de suture des plaies.

Cette Note est renvoyée à l'examen de M. Larrey.

M. Macé communique une « Expérience démontrant l'existence des germes-ferments dans l'organisme ».

La Note sera soumise à l'examen de M. Fremy.

La séance est levée à 5 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 6 janvier 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Traité élémentaire d'hygiène privée et publique; par A. Becquerel; 5e édition, avec additions et bibliographies par le Dr E. Beaugrand. Paris, P. Asselin, 1873; 1 vol. in-12, relié. (Présenté par M. Becquerel père.)

Climats, géologie, faune et géographie botanique du Brésil; par Emm. Liais. Paris, Garnier frères, 1872; 1 vol. grand in-8°. (Ouvrage publié par ordre du gouvernement impérial du Brésil et offert par l'Observatoire de Rio-de-Janeiro.)

Les origines du Nil; par M. Virlet d'Aoust. Paris, typ. Walder, 1872; br. in-8°. (Extrait du journal *Les Mondes.*)

Docteur O. Tamin-Despalles. *Alimentation du cerveau et des nerfs.* Paris, A. Delahaye, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Fremy.)

(*La suite du Bulletin au prochain numéro.*)

Observations météorologiques faites à l'Observatoire Central. — Déc. 1872.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres anciens (1). Salle méridienne.			Thermomètres nouveaux. Terrasse du Jardin.			Température moyenne de l'air à 29 mètres	Température moyenne du sol				Thermomètre noir dans le vide (T − t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
		Minima.	Maxima.	Moyennes.	Minima.	Maxima.	Moyennes.		à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	à 1m,00.					
		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o				
1	737,1	6,9	9,5	8,2	7,0	9,5	8,2	»	7,0	8,2	9,3	10,1	1,1	6,08	83,5	»	20,0
2	740,8	4,9	9,5	7,1	3,3	9,6	6,4	»	7,4	7,7	8,5	10,1	0,6	6,94	83,7	»	10,0
3	741,0	»	8,4	»	7,6	9,9	8,7	»	8,0	8,2	8,6	9,9	0,3	6,94	86,0	»	9,0
4	743,6	»	»	»	5,1	7,4	6,2	»	6,4	7,3	8,4	9,8	0,3	5,83	87,3	»	6,0
5	756,3	1,5	»	»	0,1	6,0	3,0	»	3,7	5,4	7,3	9,7	4,0	4,94	89,7	»	0,0
6	747,5	1,4	11,5	6,4	0,6	10,8	5,7	»	6,7	6,3	6,8	9,4	2,8	7,17	87,0	»	»
7	748,0	»	8,0	»	7,1	9,4	8,2	»	7,5	7,6	7,7	9,1	1,5	6,51	80,0	»	»
8	749,8	»	9,8	»	5,7	10,2	7,9	»	7,2	7,4	7,7	9,0	2,6	6,75	80,3	»	14,0
9	739,9	5,0	8,7	6,8	4,6	8,0	6,3	»	5,3	6,4	7,5	9,0	3,5	5,27	76,7	»	14,0
10	731,7	3,2	»	»	3,1	9,7	6,4	»	4,5	5,5	6,7	8,9	0,2	5,27	83,0	»	»
11	740,2	1,6	3,6	2,6	0,8	3,1	1,9	»	3,6	4,7	6,1	8,6	1,6	5,35	96,5	»	6,0
12	754,5	1,1	4,8	2,9	0,1	4,6	2,3	»	1,8	3,5	5,3	8,4	2,8	4,34	85,8	»	0,0
13	756,9	−0,2	»	»	−0,8	3,3	1,2	»	2,7	3,3	4,6	8,1	1,8	4,86	88,5	»	9,5
14	743,7	»	8,4	»	3,3	8,6	5,9	»	5,7	5,1	5,1	7,8	0,4	6,95	96,7	»	17,5
15	751,3	»	9,3	»	5,1	8,1	6,6	»	6,0	5,9	5,9	7,6	0,9	6,79	94,5	»	»
16	753,6	5,2	9,3	7,1	5,0	8,4	6,7	»	6,5	6,3	6,4	7,6	0,7	6,86	92,3	»	9,5
17	747,8	6,1	9,0	7,5	5,4	9,0	7,2	»	6,3	6,6	6,7	7,7	3,8	6,10	80,7	»	10,5
18	749,5	5,3	7,4	6,3	4,9	7,4	6,1	»	5,8	6,0	6,6	7,7	0,4	6,21	86,5	»	7,5
19	747,1	»	8,1	»	6,1	8,0	7,0	»	6,5	6,4	6,6	7,8	1,3	6,73	90,8	»	14,5
20	749,3	2,8	»	»	2,1	6,5	4,3	»	5,4	6,0	6,6	7,8	0,6	5,98	95,2	»	»
21	748,9	»	9,9	»	4,6	9,8	7,2	»	7,2	6,7	6,6	7,8	0,5	7,73	93,3	»	13,5
22	756,6	»	10,5	»	8,1	12,2	10,1	»	8,8	8,1	7,5	7,8	0,8	8,66	95,7	»	17,0
23	751,4	4,2	»	»	4,1	11,4	7,7	»	5,8	6,9	7,6	7,9	4,3	6,50	91,3	»	5,0
24	744,0	3,4	11,1	7,2	2,2	11,8	7,0	»	6,0	5,9	7,0	8,0	3,5	6,61	82,5	»	5,0
25	739,4	»	12,7	»	8,5	13,0	10,7	»	7,9	7,5	7,3	8,0	3,7	7,17	77,2	»	8,5
26	750,1	»	12,4	»	7,3	13,1	10,2	»	7,3	7,5	7,7	8,0	2,9	7,27	90,3	»	4,5
27	756,4	»	»	»	2,9	7,5	5,2	»	6,7	7,0	7,4	8,1	0,4	6,98	99,2	»	3,0
28	750,5	5,0	12,8	8,9	3,9	12,8	8,3	»	6,8	6,9	7,3	8,1	3,7	7,25	87,[illegible]	»	6,5
29	752,4	6,1	10,5	8,3	4,9	10,3	7,6	»	6,0	6,6	7,2	8,1	0,8	6,88	93,7	»	6,0
30	756,9	3,3	8,3	5,8	2,3	7,5	4,9	»	6,0	6,3	6,8	8,1	0,5	6,57	96,0	»	9,5
31	752,5	3,5	9,8	6,6	3,0	9,5	6,2		6,2	6,3	6,8	8,0	1,5	6,52	87,0		»
Moy.	748,0	»	»	»	4,1	8,9	6,5	»	6,1	6,4	7,0	8,5	1,7	6,45	88,3	»	»

(1) Observatoire de Paris. — Toutes les autres observations ont été faites à Montsouris.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire Central. — Déc. 1872.

Dates.	Magnétisme terrestre (1). Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	Pluie. Terrasse (2).	Montsouris.	Évaporation.	Vents. Direction et force.	Nuages.	Nébulosité.	Remarques.
	° ′	° ′		mm	mm					
1	A+30,0	B+41,3	»	0,7	0,8	2,6	SSO assez fort.	SSO	0,5	Pluie le matin.
2	30,6	40,9	»	0,7	2,0	1,1	ENE faible.	ESE	1,0	Pluvieux.
3	31,3	40,5	»	1,7	4,5	2,3	S modéré.	SSO	1,0	Pluie le soir.
4	30,0	42,2	»	5,1	1,5	1,0	NNO ass. fort.	NO	0,8	Pluvieux.
5	27,6	40,5	»	0,4	0,9	1,6	O, S modéré.	NO	0,2	Gelée blanche. Halo à 6h 45 s.
6	29,3	39,9	»	7,3	18,8	1,7	SSO modéré.	SO	0,7	Pluvieux.
7	32,0	40,0	»	6,7	0,4	3,0	O assez fort.	O	0,8	Pluie légère le matin.
8	30,0	40,1	»	1,1	2,2	2,6	SO assez fort.	SO	0,6	Brume, pluie le soir.
9	27,3	44,8	»	1,2	0,6	4,2	SO fort.	SO	0,5	Brume. Éclairs à minuit.
10	27,2	43,0	»	»	14,3	(3)10,7	SSO tr.-fort.	SSO	1,0	Orag. Le barom. marq. 7[illegible]mm,[illegible] à 6h s.
11	31,0	39,9	»	12,6	5,4	0,1	SO, NNO faib.	SO	0,8	Neige et pluie.
12	30,7	41,3	»	4,0	0,2	1,6	NNO, SO faib.	N	0,3	Brume; givre le soir.
13	30,9	39,5	»	»	8,0	2,0	SSO as. fort.	SO	1,0	Neige et pluie.
14	30,3	40,3	»	15,5	12,0	0,5	SSO modéré.	SSO	1,0	Pluvieux.
15	33,0	41,5	»	1,7	0,7	0,7	SSO faible.	SSO	1,0	Brouillard.
16	31,0	40,8	»	»	1,9	1,1	O, S faible.	O	1,0	Brume, pluie le soir.
17	32,4	38,3	»	3,6	0,0	2,2	OSO assez fort.	OSO	0,6	Brume.
18	29,1	41,6	»	0,2	1,8	1,2	SO faible.	OSO	0,9	Pluvieux.
19	30,3	40,5	»	4,1	1,8	0,9	SO faible.	SO	1,0	Pluvieux.
20	30,6	41,8	»	1,3	1,4	0,7	SSE faible.	SSE	0,9	Pluvieux le soir.
21	28,6	39,8	»	2,6	2,0	1,6	SSO modéré.	SSO	1,0	Pluvieux.
22	28,6	40,[illegible]	»	1,6	0,1	0,6	S faible.	»	1,0	Brouillard.
23	30,4	39,6	»	0,1	»	1,3	S faible.	»	0,1	Rosée abondante le soir.
24	28,6	40,4	»	»	»	2,0	S faible.	S	0,5	Brume.
25	24,0	40,4	»	0,2	0,1	4,0	S modéré.	S	0,9	Pluvieux le soir.
26	27,1	42,0	»	»	0,0	1,9	S faible.	S	0,4	Le soir rosée, puis brouillard.
27	31,6	42,1	»	0,2	»	0,1	S faible.	»	0,8	Brouillard, rosée le soir.
28	36,4	40,8	»	0,2	»	1,3	SSE faible.	SSE	0,7	Éclaircies.
29	25,9	40,6	»	»	0,0	0,9	SSE faible.	SSE	0,6	Rosée le soir.
30	29,8	40,6	»	0,2	0,9	0,3	S faible.	S	0,9	Brouil. Le s., faib. lueur auror.
31	32,2	38,3	»	0,6	0,1	2,5	S assez fort.	SSO	0,9	De 7h s. à minuit, lueur auror.
Moy.	A+29,9	B+40,8	»	73,6	84,6	48,3			0,75	

(1) La position du zéro des instruments n'a pas encore été déterminée à l'aide des boussoles de déclinaison et d'inclinaison absolues.
(2) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire de Paris.
(3) L'observation a été interrompue depuis le 10 à midi jusqu'au 11 à 2 heures du matin.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire Central. — Décembre 1872.

Résumé des observations régulières.

	8h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°................	747,74	748,07	747,95	747,81	747,85	748,03	747,98	748,01 (1)
Pression de l'air sec..................	741,68	741,92	741,23	741,09	741,30	741,57	741,51	741,56 (1)
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (fixe)........	5,49	5,85	7,86	8,11	7,08	6,29	6,07	6,52 (1)
» (fronde).....	5,46	5,90	7,98	8,51	7,08	6,26	6,06	6,55 (1)
Thermomètre à alcool incolore........	5,37	5,71	7,72	7,93	6,92	6,15	5,97	6,39 (1)
Thermomètre électrique à 29m........	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'...	5,57	9,43	16,03	11,68	6,63	»	»	10,94 (2)
Thermomètre noir dans le vide, T.....	5,47	6,95	14,96	11,16	6,63	»	»	10,43 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, t.	5,43	7,27	11,31	9,54	6,63	»	»	8,69 (2)
Excès (T' — t)........................	0,14	2,16	4,72	2,14	0,00	»	»	2,25 (2)
Excès (T — t).........................	0,04	1,68	3,65	1,62	0,00	»	»	1,74 (2)
Température du sol à 0m,02 de profondr	5,54	5,64	6,64	7,00	6,42	6,10	5,94	6,08 (1)
» 0m,10 »	6,28	6,25	6,45	6,76	6,73	6,61	6,43	6,43 (1)
» 0m,20 »	6,52	6,48	5,48	6,58	6,64	6,63	6,54	6,53 (1)
» 0m,30 »	6,99	7,02	6,98	6,99	7,03	7,05	7,05	7,03 (1)
» 1m,00 »	8,47	8,46	8,46	8,46	8,45	8,45	8,44	8.45 (1)
Tension de la vapeur en millimètres...	6,06	6,15	6,72	6,72	6,55	6,46	6,47	6,45 (1)
État hygrométrique en centièmes.	89,0	88,3	64,0	82,5	86,4	89,6	91,5	6,83 (1)
Pluie en millimètres (jardin).........	25,9	1,1	12,3	9,5	6,7	8,5	20,6	t. 84,6
Évaporation totale en millimètres.....	11,88	1,86	7,93	10,46	6,43	5,12	4,59	t. 46,27
Évaporation moy. diurne en millim...	0,38	0,06	0,26	0,34	0,21	0,16	0,15	t. 1,56
Inclinaison magnétique (3)....... B +	41',25	40',77	40',58	40',58	41',16	41',50	41',62	41',12 (1)
Déclinaison magnétique (3)....... A +	29,77	29,93	26,49	25,85	28,26	30,55	30,40	29,34 (1)

	°
Température moyenne des maxima et minima (salle méridienne de l'Observatoire de Paris).	»
» » (Montsouris)............................	6,5
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie).	6,7
Pluie en millimètres (terrasse de l'Observatoire de Paris)................................	73,6
» (Montsouris, jardin)..	84,6
Évaporation totale du mois en millimètres..	48,27

(1) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

(3) La valeur des constantes A et B sera donnée ultérieurement.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JANVIER 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« M. **Mathieu** présente, de la part du Bureau des Longitudes, l'*Annuaire* pour l'année 1873; il renferme des notices scientifiques de M. Faye sur la constitution physique du Soleil, et des discours prononcés aux funérailles de MM. Laugier et Delaunay.

PHYSIQUE. — *Sur le condensateur magnétique* (4ᵉ Note); par M. **Jamin**.

« Dans la séance du 28 juin 1869, j'ai décrit une expérience que je demande la permission de rappeler à l'Académie, en y ajoutant les développements que j'y ai apportés depuis.

» Ayant suspendu à une potence un faisceau de dix lames d'acier, j'en entourai les deux branches par deux spirales inverses de fils de cuivre, qui pesaient 18 kilogrammes, et qu'un système de cordes et de poulies faisait mouvoir le long du faisceau.

» Quand cette double spirale était traversée par le courant d'une forte pile, elle aimantait énergiquement l'acier. On remarqua qu'elle était soutenue vers le tiers inférieur de l'aimant par l'attraction de celui-ci; on pouvait même la charger encore de 3 kilogrammes sans qu'elle tombât.

» Cet effet n'a de surprenant que son intensité. Suivant la théorie

d'Ampère, les courants particulaires de l'acier forment des solénoïdes parallèles à la spirale et qui l'attirent. Si celle-ci est au-dessous de l'aimant, elle est sollicitée à monter; quand on la met tout en haut, elle tend à descendre, et il y a une position d'équilibre intermédiaire. Son poids la fait baisser au-dessous de cette position, mais alors l'attraction de l'aimant la relève et la maintient. C'est la première fois, je crois, qu'on a pu exercer une attraction supérieure à 20 kilogrammes sur un courant. Je recommande cette expérience comme très-saisissante pour les cours.

» Je vis en second lieu que si l'on fixait sous les faisceaux pendant l'aimantation un contact de fer doux, il restait adhérent, après la rupture du circuit, avec une énergie considérable; il fallut pour l'arracher un poids égal à 750 kilogrammes. Après la séparation, on essaya de replacer le contact, mais l'aimant ne portait plus que 300 kilogrammes; j'expliquai alors cette différence en supposant qu'il se faisait entre l'aimant et son contact, pendant le passage d'un courant, une condensation véritable du magnétisme, qui persistait après la rupture du circuit, et j'annonçai que je continuerais cette recherche; c'est ce que j'ai fait avec persévérance, et j'apporte aujourd'hui à l'Académie une étude très-avancée de l'effet produit par un contact quand on l'approche peu à peu de l'aimant jusqu'à l'adhérence.

» Je place l'aimant horizontalement sur un chariot au-dessous de l'appareil que j'ai décrit dans l'une des dernières séances, et qui me permet d'étudier la distribution du magnétisme. Je fixe vis-à-vis, dans le même plan, et parallèlement aux extrémités, un prisme de fer doux de même épaisseur que l'aimant, d'une longueur égale à la distance extérieure des branches du fer à cheval, et dont la largeur est égale à 10 millimètres environ.

» On apprend dans tous les cours de Physique que, placé ainsi vis-à-vis de l'aimant, ce fer en subit l'influence; que ses extrémités prennent sur toutes leurs faces des pôles contraires à ceux qu'ils regardent, c'est-à-dire une *aimantation inverse*.

» D'un autre côté, M. du Moncel a démontré par des expériences irrécusables et faciles que si la tige de fer adhère à l'aimant, elle possède à ses deux bouts la même aimantation que les pôles qu'elle touche : *une aimantation directe*, et qu'elle sert pour ainsi dire à l'épanouissement de ces pôles.

» Si ces deux faits sont exacts, et ils le sont, il faut de toute nécessité que l'aimantation change de signe et soit nulle pour une position donnée; cela est vrai, en effet, et voici ce qu'on observe :

» Chaque pôle attire un magnétisme contraire sur l'extrémité du contact la plus voisine. Cet effet augmente avec le rapprochement, et comme il est plus énergique sur la face interne, celle qui regarde l'aimant, celle-ci prend bientôt tout le magnétisme contraire, et il ne reste aucune trace de polarité sur les faces supérieure, inférieure et externe du contact qui sont à l'état naturel; la surface interne elle-même paraît neutre, bien que très-chargée, car toute pointe de fer que l'on y place éprouve en sens contraire l'influence et l'attraction des magnétismes opposés de l'aimant et de cette surface.

» Le contact de fer placé en un endroit déterminé est donc neutre, ce qui n'empêche point qu'il soit vivement attiré par l'effet des aimantations contraires qui se regardent sur les faces opposées de l'acier et du fer doux; mais l'effet de ces aimantations sur un point extérieur est nul. Dans mes expériences, la distance des appareils, au moment de la neutralité, était de 15 millimètres environ. Voici les nombres obtenus :

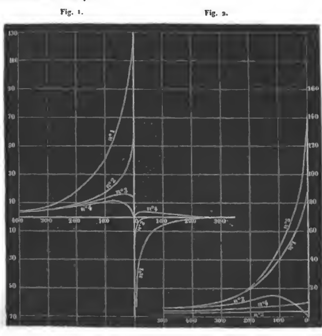
Distance du contact.	100mm	60	50	40	30	20	15	10	8	6	4	2	1	0
Force d'arrachement.	— 6gr	— 9	— 11	— 12	— 10	— 4	0	+ 5	+ 10	+ 17	+ 30	+ 15	+ 60	+ 97

» Si le rapprochement continue, l'action de l'aimant augmente, une plus grande somme de magnétisme s'accumule à la partie interne, et l'on voit apparaître sur les faces horizontales et externes du contact une aimantation du même nom que celle du pôle, ou *directe*. Elle croît jusqu'au moment où les deux appareils se touchent. Alors le fer à cheval est fermé par le contact. C'est un anneau métallique continu offrant deux lignes moyennes, au milieu du contact et au talon de la lame, et deux pôles conséquents vers les deux lignes de jonction. Des deux côtés de ces lignes l'intensité magnétique est la même sur le fer et l'acier, pourvu toutefois que leurs surfaces adhèrent exactement.

Pendant que l'aimant attire et accumule une aimantation contraire à la sienne sur la face interne du contact, celui-ci réagit sur l'aimant et attire le magnétisme primitivement disséminé sur la surface entière de la lame; aussi le voit-on croître d'abord à l'extrémité; mais bientôt il diminue et semble peu à peu disparaître, parce qu'il s'accumule à la face interne. Au moment de l'adhérence, il n'en reste presque plus. La *fig.* 1 représente le phénomène, quand on emploie pour contact un fer à cheval du poids et de la forme de l'aimant. La ligne ponctuée figure l'aimantation primitive; les deux courbes n° 1 représentent les forces magnétiques inverses sur l'aimant et le contact, quand leur distance est de 27 millimètres; les courbes

n° 2, quand cette distance est réduite à 1 millimètre. Si l'on sépare les deux appareils par une simple feuille de papier (ou par $\frac{1}{4}$ de millimètre), on a la courbe n° 3 sur l'aimant, et le contact est sensiblement à l'état naturel en tous ses points. Quand les surfaces adhèrent, les deux courbes n° 4 montrent que les deux lames sont chargées d'un même magnétisme et qu'il en reste très-peu.

Fig. 1. Fig. 2.



» Le tableau suivant traduit cette figure en nombres.

Désignation des points	400	300	200	100	50	25	0	0	25	50	100	200	300
Aimantat. normale.	5,5	8,7	17,4	41,2	61,2	76,1	116,0	»	»	»	»	»	»
Contact à 27^{mm}...	5,2	8,1	17,4	40,1	65,5	85,2	140,0	−63,0	−17,5	−6,6	−2,0	0	0
» à 1 ...	5,3	7,2	10,9	17,2	24,5	32,0	64,0	−14,2	− 1,0	0	0	0	0
» à $\frac{1}{4}$ ...	5,3	7,2	10,1	13,5	16,0	16,5	15,4	+ 0,0	+ 0,2	+0,3	+0,0	»	»
» zéro......	5,2	7,2	9,8	12,0	11,2	8,5	4,0	+ 2,5	+ 3,0	+5,2	+3,5	+2,2	+1,7

» Dans la deuxième figure, on a représenté par les lignes n° 1 et n° 2 le magnétisme primitif, et celui qui reste après l'application d'un contact. Ce

reste est très-faible; il est à peu près nul à la jonction; mais on voit que le contact a été impuissant à appeler à lui l'aimantation des points éloignés. On peut cependant l'amener presque tout entière à la face de jonction par un procédé simple, qui consiste à promener du talon vers le contact, mais non en sens contraire, une lame de fer doux qui semble balayer et pousser le magnétisme devant elle. Après quelques frictions, la courbe n° 2 est complétement changée et se trouve remplacée par le n° 3.

» Ce procédé simple et remarquable, en ramenant et en accumulant à l'extrémité la presque totalité du magnétisme éloigné, a pour effet nécessaire d'augmenter de près d'un tiers la force portative d'un aimant; mais ce n'est pas un effet permanent; aussitôt que le contact est arraché, la courbe n° 2 se reproduit et la force portative revient à sa valeur première. Cet effet, d'ailleurs, se produit tout seul, avec le temps, par la seule influence du contact, et, à mesure qu'il se produit, on peut ajouter des poids à ce contact sans l'arracher; mais, une fois que la rupture a eu lieu, il faut recommencer. Telle est l'explication simple d'un fait connu de tout le monde et jusqu'à présent incompréhensible.

» Cette étude révèle une incontestable analogie entre l'influence exercée par un aimant sur le fer et celle d'un corps électrisé sur un plateau collecteur. L'attraction d'un magnétisme contraire, la répulsion d'une aimantation de même nom sur le contact, la réaction de ce contact sur l'aimant, l'accumulation sur les deux faces internes de magnétismes opposés, qui détruisent mutuellement leurs effets, tout en entraînant les deux appareils par leurs attractions, sont des faits communs aux deux ordres de phénomènes. Nous pouvons dire que ces deux magnétismes se *dissimulent*, et que l'aimant et son contact constituent un véritable condensateur magnétique, au même titre qu'une lame électrisée et un plateau collecteur forment un condensateur électrique.

» Pour rendre cette analogie plus frappante, nous allons reproduire les expériences et les raisonnements en usage dans l'étude de l'électricité. Ayant désaimanté la lame d'acier (1), nous faisons passer dans la double spirale le courant de douze éléments, et avec cette source constante nous aimantons la lame à saturation. La courbe des réactions magnétiques est représentée par la ligne n° 1 (*fig.* 2). Ensuite nous appliquons le contact qui ramène cette courbe à la forme n° 2, puis nous exécutons des frictions

(1) On désaimante une lame d'acier en fer à cheval en la frottant avec un fer doux promené des pôles au talon.

avec un fer doux, du talon aux extrémités, et le magnétisme libre est figuré par la ligne n° 3. Il est évident que l'intensité du magnétisme libre a diminué en chaque point, que l'équilibre avec la source magnétisante est rompu, et qu'en faisant agir de nouveau la spirale avec le même courant, on rendra à l'acier une nouvelle dose de magnétisme. Celle-ci sera, comme la première, appelée vers le contact et en partie dissimulée; les choses se continueront jusqu'à ce qu'un nouvel état d'équilibre s'établisse avec une intensité magnétique résiduelle plus grande que celle de la courbe n° 3, et au plus égale à celle de la ligne n° 1. L'expérience donne raison à ce raisonnement : on trouve la courbe n° 4; le magnétisme resté libre a donc augmenté.

» Continuons le raisonnement. Puisqu'il s'est produit, par la deuxième action de la source, une nouvelle accumulation de magnétisme, on pourra la manifester en éloignant le contact, et l'on devra trouver une courbe de magnétisme libre plus élevée que le n° 1, absolument comme on manifeste une plus grande charge électrique quand on sépare les deux plateaux du condensateur de Volta. L'expérience donne la courbe n° 4 et vérifie l'analogie.

» On nomme *force condensante* le rapport des intensités électriques au même point du plateau collecteur avant et après l'action du plateau conducteur. Nous garderons le même mot pour exprimer le rapport des intensités magnétiques dans notre nouvel appareil, et puisque les courbes que nous avons tracées expriment le carré des intensités, le rapport des ordonnées entre les lignes n° 1 et n° 3, ou entre n° 5 et n° 4, exprimera le carré de la force condensante et devra être le même dans les deux cas.

» Voici le résultat des observations dans un cas particulier :

Désignation des points		300	200	100	50	25	0
Aimantation sans contact, n° 1		12,0	21,0	40,4	58,2	69,6	92,4
Contact appliqué, n° 2		9,0	11,8	16,8	12,0	5,8	0
Après friction, n° 3		4,5	4,5	7,7	6,0	5,0	5,0
Réaimantation, n° 4		4,5	5,0	7,4	8,0	9,0	9,5
Contact enlevé, n° 5		11,0	19,8	42,6	77,8	93,6	140,0
Carré de la force condensante.	N° 1 : n° 3.	2,6	4,6	5,0	9,6	13,8	18,4
	N° 5 : n° 4.	2,4	3,9	5,7	9,7	10,4	14,7
Moyenne		2,5	4,2	5,3	9,6	12,1	16,5

» Pour toute lame, il y a une limite d'aimantation permanente, imposée par la force coercitive. Elle sera atteinte par une aimantation faite sans contact au moyen d'un courant suffisamment fort. Supposons qu'elle soit

représentée par la courbe n° 1 ; en appliquant ensuite le contact, on retrouvera la courbe n° 4 et une force portative maximum. En arrachant ce contact, on devrait avoir une quantité de magnétisme libre, figuré par le n° 5; or cette courbe dépassant la limite de saturation ne persistera pas, et l'aimantation se réduira à celle que la lame possédait primitivement. En réappliquant le contact, la force portative sera réduite à celle qui convient à la courbe n° 2; elle sera moins grande. Cela explique complétement l'expérience que j'avais faite en 1869, et que je rappelais en commençant. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix de Physiologie expérimentale (fondation Montyon) pour l'année 1872.

MM. Milne Edwards, Cl. Bernard, Robin, Brongniart, Coste réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Lacaze-Duthiers, Blanchard.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Serres pour l'année 1872.

MM. Coste, Cl. Bernard, Robin, Milne Edwards, de Quatrefages réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Lacaze-Duthiers, Blanchard, Nélaton, Bouillaud.

MÉMOIRES LUS.

GÉODÉSIE. — *Levé des côtes de l'Algérie;* Note de **M. E. Mouchez.**

« Peu de temps après la conquête de l'Algérie, ses côtes furent l'objet d'un levé fort remarquable de MM. Berard et de Tessan. Des difficultés de diverse nature, et surtout l'impossibilité de débarquer sur le littoral, encore en grande partie au pouvoir de l'ennemi, ne permirent de faire qu'un levé sous voiles; mais l'habileté des observateurs fut telle que les plus

grandes erreurs d'une extrémité à l'autre de l'Algérie ne s'élevaient pas à plus de 2 ou 3 milles, et leur carte en deux feuilles, construite au $\frac{1}{660000}$, a suffi jusqu'ici aux besoins de la navigation. Plus tard, un officier distingué, M. Bouchet-Rivière, prématurément enlevé à la Marine, levait les plans particuliers de divers ports.

» Mais, dès que notre domination fut bien établie en Algérie, le Dépôt de la Guerre commença la grande triangulation qui devait servir de base à la carte d'état-major au $\frac{1}{80000}$, et dès lors les précédents levés hydrographiques, à trop petite échelle, et sans liaison avec les nouveaux travaux, devenaient insuffisants. Il fut donc décidé qu'on lèverait une nouvelle carte du littoral à plus grande échelle, appuyée sur le réseau géodésique, et M. l'amiral Rigault de Genouilly, alors ministre de la Marine, me fit l'honneur de me confier cette mission au moment où je venais de terminer le levé des côtes du Brésil.

» Le travail fut commencé en juillet 1867, à la frontière de la Tunisie, continué chaque année pendant la belle saison, et interrompu par les événements en juillet 1870, près d'Oran. Sur 200 lieues de côtes, 160 sont levées.

» La carte originale construite au $\frac{1}{25000}$ donnera un développement de 55 mètres à la côte, qui sera représentée sur 70 feuilles, dont 50 sont terminées et mises aujourd'hui sous les yeux de l'Académie.

» La carte est publiée à une échelle quatre fois plus petite, au $\frac{1}{100000}$; elle comprendra 12 feuilles, dont 7 sont déjà publiées et 3 à la gravure. Il y aura en outre 12 ou 14 plans particuliers au $\frac{1}{10000}$.

» *Méthode de levé.* — S'il avait été possible de former deux expéditions simultanées, l'une par terre, l'autre par mer, le procédé le plus simple eût été de faire une chaîne de triangles secondaires entre la plage et les derniers signaux géodésiques; mais ne disposant que des faibles ressources d'un aviso, ce projet était irréalisable. Je n'avais nul moyen de faire par terre les longues excursions qu'eût exigées l'ascension aux sommets géodésiques bien souvent inaccessibles du côté de la mer, ni de construire des signaux permanents pour laisser trace de mon travail.

» Je ne pouvais d'ailleurs jamais perdre de vue le navire qui, toujours mouillé en pleine côte, fort près des écueils, était obligé de se mettre en sûreté au large chaque fois que survenait un vent un peu fort.

» Pour m'éviter ces difficultés, le Dépôt de la Guerre a bien voulu faire prolonger partout sa triangulation jusqu'en vue de la mer, de sorte qu'il

m'a été possible de rattacher directement toutes mes stations au théodolite faites sur la côte à la triangulation de la Guerre, en calculant ces stations comme le sommet de triangles ayant pour bases des lignes géodésiques; il n'y a donc eu à craindre aucune accumulation d'erreur : chaque station est déterminée avec toute l'exactitude que comportent les instruments employés. Il a été déjà fait ainsi près de douze cents stations au théodolite sur 160 lieues de côte, sans compter les stations intermédiaires faites au cercle à reflexion dans les embarcations. Chacune de ces stations a été calculée par deux ou trois triangles au moins, soit avec les trois angles mesurés, soit par les segments capables ou les azimuts astronomiques toujours observés.

» Pour déterminer les détails topographiques de certaines parties inabordables de la côte, j'ai dû avoir recours à une méthode qui, bien que non employée jusqu'ici, paraît la seule pouvant donner, dans des circonstances semblables, des résultats exacts et rapides.

» Les parties saillantes de cette côte sont quelquefois de gros massifs de montagnes terminés par des falaises à pic de plusieurs centaines de mètres de hauteur et de plusieurs lieues d'étendue. Du pied de ces falaises on ne voit rien que la pleine mer et une ligne droite de rochers s'étendant à perte de vue dans l'est et l'ouest.

» Les procédés trigonométriques ordinaires sont donc mis alors complétement en défaut et la méthode des stations auxiliaires en mer est absolument insuffisante : j'ai employé dans ces circonstances les distances zénithales des contours de la côte prises du haut des falaises.

» Quand, du haut d'un cap, on fait parcourir les sinuosités de la côte environnante par l'axe d'une lunette de théodolite, comme le ferait la génératrice d'une surface conique ayant ces contours pour directrice, on est frappé des rapides changements de distance zénithale correspondant aux détails même les plus minutieux du rivage situés autour de la station. Ce fait, qui tient évidemment à la perfection de l'instrument employé relativement à l'indécision de contours des objets que l'on observe, tels que groupes de rochers, pointes ou bancs de sable et récifs, etc., etc., donne un précieux élément de détermination, puisque la hauteur de la station est toujours connue, soit par la hauteur des signaux géodésiques, soit par l'observation d'un point connu du littoral.

» Dans les circonstances où nous nous trouvions, nous pouvions étendre cette méthode jusqu'à une distance de vingt à vingt-cinq fois la hauteur de la station, avec la certitude que l'erreur à craindre serait beaucoup plus

faible que celle que comporte le tracé graphique des détails topographiques à l'échelle de construction employée, qui est encore quatre fois plus petite dans la carte publiée.

» J'ai pu ainsi explorer, à l'aide de la lunette plongeante du théodolite, beaucoup d'anfractuosités de falaises et de massifs de rochers inabordables, qu'il eût été à peu près impossible de déterminer autrement avec quelque précision sans une très-grande perte de temps et des moyens tout autres que ceux dont je disposais.

» Les *sondages* ont été faits chaque jour par quatre embarcations marchant à l'aviron en lignes parallèles entre elles et perpendiculaires à la direction de la côte jusqu'aux fonds de 100 mètres, au delà desquels les sondages ont été faits avec le navire; le développement des lignes de sonde faites avec les embarcations est déjà de 14600 kilomètres, et celles du navire de 2400, fixées par 19000 stations au cercle à réflexion, sans compter les alignements et les relèvements.

» Ces pénibles sondages ont été exécutés avec le plus grand soin par mes zélés et consciencieux collaborateurs, MM. les lieutenants de vaisseau Turquet, Charnoz, Boistel, Vincent, Bonnaffé, Sellier et Collet.

» Pendant l'hiver de 1868, j'ai pu faire à *Alger* quelques séries d'observations astronomiques, qui m'ont permis de déterminer la position géographique du phare; j'ai trouvé une légère différence avec celle qui était adoptée. Le prochain établissement d'un fil télégraphique direct pourra seul faire disparaître la légère incertitude qui existe encore.

Position du Phare d'Alger.... Latitude, 36° 47′ 23″ N.; Long. en temps, 2m 59s,4 E.

» L'Académie apprendra sans doute avec satisfaction que, malgré la forte réduction de notre budget et de nos armements, M. le Ministre de la Marine, dont la sollicitude ne nous a jamais fait défaut, a pu trouver la possibilité de faire compléter cette année le levé des côtes de l'Algérie. Il vient de donner l'ordre de préparer la prochaine expédition pour qu'elle parte aussitôt que la saison le permettra, et qu'elle termine ce travail pendant le cours de cette campagne dans les meilleures conditions possibles. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Théorie des effets observés par Savart sur l'influence mutuelle de deux pendules;* Mémoire de M. H. RESAL. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Nous rappellerons que, dans les expériences de Savart, les couteaux des deux pendules se trouvent vers les extrémités d'une barre, soutenue en son milieu par une lame élastique verticale encastrée dans un étau.

» Soient :

h les longueurs de la lame;

l, l' les longueurs des pendules dont les masses sont égales;

α, α' leurs écarts, supposés très-petits par rapport à la verticale;

EI le moment d'élasticité de la lame,

$$\gamma = \frac{l'}{l}; \quad \varepsilon = \frac{h^3 m}{3\,\mathrm{EI}};$$

$$\frac{\mathrm{A}_1}{\mathrm{A}'_1} = \frac{1 - \gamma + \sqrt{(1-\gamma)^2 + 4\varepsilon^2 \frac{g^2}{l^2}}}{2\frac{\varepsilon g}{l}};$$

$$\frac{\mathrm{A}_2}{\mathrm{A}'_2} = \frac{1 - \gamma - \sqrt{(1-\gamma)^2 + 4\varepsilon^2 \frac{g^2}{l^2}}}{2\frac{\varepsilon g}{l}};$$

$$k_1 = \sqrt{\frac{g}{l}\,\frac{\left(\frac{\mathrm{A}_1}{\mathrm{A}'_1} - 1\right)}{\frac{\mathrm{A}_1}{\mathrm{A}'_1} - \gamma}}, \qquad k_2 = \sqrt{\frac{g}{l}\,\frac{\left(\frac{\mathrm{A}_2}{\mathrm{A}'_2} - 1\right)}{\frac{\mathrm{A}_2}{\mathrm{A}'_2} - \gamma}}.$$

On a

$$\alpha = \mathrm{A}_1 \cos k_1 (t + \beta_1) + \mathrm{A}_2 \cos k_2 (t + \beta_2),$$
$$\alpha' = \mathrm{A}'_1 \cos k_1 (t + \beta_1) + \mathrm{A}'_2 \cos k_2 (t + \beta_2),$$

A_1, A_2, β_1, β_2 étant des constantes arbitraires.

» Lorsque les pendules sont égaux, ou que l'un est très-grand par rapport à l'autre, en supposant de plus, dans ce cas, la lame de suspension suffisamment courte, l'application de ces formules conduit aux règles établies par Savart, et que je crois inutile de rappeler. Toutefois, on reconnaît

que, dans le premier cas, l'un des pendules étant au repos lorsque l'autre entre en mouvement, ils ne peuvent rigoureusement présenter des moments d'arrêt ou de repos que si

$$\frac{1 + \dfrac{1}{\sqrt{1 + 2\dfrac{\varepsilon g}{l}}}}{1 - \dfrac{1}{\sqrt{1 + 2\dfrac{\varepsilon g}{l}}}}$$

est un nombre entier.

» Lorsque γ est très-grand, les oscillations du pendule primitivement en mouvement sont sensiblement isochrones; les écarts de l'autre sont très-petits, et peuvent devenir nuls à certaines époques. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur les transformations allotropiques du phosphore;* Note de MM. L. **Troost** et P. **Hautefeuille**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires : MM. Dumas, H. Sainte-Claire Deville, Cahours.)

« Nous avons établi, dans nos précédentes Communications, que l'acide cyanique en vapeur, porté à des températures déterminées, se transforme partiellement en acide cyanurique, et que les tensions qui limitent le phénomène sont numériquement égales à celles qu'on obtient dans la transformation inverse. Ce sont ces tensions que nous avons appelées *tensions de transformation.*

» Avant nos recherches, on ne connaissait que la transformation de l'acide cyanique liquide décrite par M. Wöhler. Nous avons établi la différence profonde qui existe entre la transformation isomérique de ce liquide et celle de sa vapeur.

» L'acide cyanique liquide, maintenu à zéro, se transforme rapidement et d'une façon complète; mais, pendant que le liquide se transforme, la vapeur qui sature l'espace libre au-dessus de lui conserve temporairement son état gazeux et la tension maximum qu'elle avait avant le changement isomérique du liquide. Cette vapeur n'échappe cependant pas indéfiniment à la transformation en cyamélide; celle-ci apparaît peu à peu en couche mince et uniforme sur les parois du verre.

» Si, au lieu de considérer la vapeur d'acide cyanique à zéro, nous la prenons, ainsi que nous l'avons fait précédemment, à une température éle-

vée, 200 degrés par exemple, il résulte de nos expériences que la transformation est limitée. La vapeur cesse de se transformer dès que sa tension, après avoir diminué peu à peu, a pris une valeur minimum différeote de la tension primitive de la vapeur d'acide cyanique. Cette tension nouvelle est la tension de transformation.

» La tension de transformation d'une vapeur pour une température donnée se distingue de sa tension maximum relative à la même température à la fois par sa valeur absolue et par ce fait qu'elle ne s'établit en général que très-lentement. Ce n'est qu'à des températures élevées que la rapidité avec laquelle on obtient la tension de transformation devient plus grande et comparable à celle avec laquelle s'établit la tension maximum d'une vapeur.

» Cette distinction entre la tension maximum d'une vapeur et sa tension de transformation permet de comprendre le phénomène complexe présenté par une substance qui, à une même température, peut se vaporiser et se transformer. On a d'abord, pendant un temps plus ou moins long, une tension maximum de vapeur, limitant le phénomène physique de la vaporisation; puis, finalement, une tension minimum qui limite le phénomène chimique de la translormation.

» La distinction que nous venons d'établir va nous permettre d'analyser complétement la transformation allotropique du phosphore et de séparer des phénomènes jusqu'ici confondus et regardés, malgré leur différence profonde, comme devant obéir à une seule et même loi. La transformation du phosphore blanc liquide en phosphore rouge rappelle la transformation de l'acide cyanique liquide en cyamélide, tandis que la production du phosphore rouge aux dépens de la vapeur de phosphore obéit aux lois de la transformation du gaz cyanique en acide cyanurique.

» Cette double origine du phosphore rouge complique les expériences faites avec un poids de phosphore supérieur à celui qui est susceptible de se vaporiser dans une enceinte donnée. Elle ne permet de formuler aucune hypothèse qui puisse rendre compte, d'une manière générale, de la vitesse avec laquelle se produit la transformation du phosphore dans la première partie de l'expérience.

» La facilité avec laquelle se fait la transformation du phosphore liquide porté à une certaine température, 280 degrés par exemple, est de tous points comparable à la production de la cyamélide aux dépens de l'acide cyanique liquide (1). Comme celle-ci, elle porte sur la totalité du phosphore

(1) Cette similitude se poursuit dans les effets calorifiques : la transformation de l'acide

resté liquide. La vapeur émise vers 260 degrés se montre aussi stable à cette température que le gaz cyanique à une température basse.

» D'un autre côté, à une température suffisamment élevée la vapeur de phosphore, comme celle de l'acide cyanique, éprouve une transformation seulement partielle : le phosphore rouge prend naissance, comme l'acide cyanurique, aux dépens d'une vapeur, et la transformation cesse lorsque la pression, après avoir diminué graduellement, atteint une nouvelle limite. La rapidité de ce changement est d'autant plus grande que la température est plus élevée.

» Nous avons fait une première série d'expériences pour fixer approximativement le poids de phosphore qu'un vase déterminé peut contenir à l'état de vapeur à une température donnée : pour cela nous chauffons rapidement à 360 ou à 440 degres, dans des vases transparents, des poids variables de phosphore. Ces expériences nous ont fourni une première limite inférieure de la tension maximum de la vapeur de phosphore. En prolongeant ensuite l'action de la chaleur sur cette vapeur, nous avons pu la transformer partiellement en phosphore rouge et constater que sa transformation s'arrête quand il s'est établi une tension minimum. Cette seconde partie de l'expérience fournit le poids du litre de la vapeur, de phosphore pris sous la pression qui correspond à la tension de transformation, dont on peut aussi calculer la valeur.

» La moyenne des expériences faites à 360 degrés nous donne pour le poids du litre de phosphore resté à l'état de vapeur, après deux cent quarante heures de chauffe, $1^{gr},4$. La moyenne des expériences faites à 440 degrés nous donne, pour le poids du litre de phosphore resté à l'état de vapeur après trente heures de chauffe, $3^{gr},700$ (1).

» On en déduit que la tension de transformation à 360 degrés est $0^{atm},6$, et que la tension de transformation à 440 degrés est $1^{atm},75$.

» Les tensions maxima du phosphore à ces températures de 360 et de 440 degrés sont très-supérieures aux tensions de transformation correspondantes, puisque ces dernières ne s'établissent qu'à la suite de la pro-

cyanique liquide en cyamélide se produit avec dégagement de chaleur et de lumière; celle du phosphore blanc, porté à 280 degrés, détermine une élévation brusque de la température du liquide qui, d'après M. Hittorf, passe de 280 à 370 degrés.

(1) Ce nombre a été obtenu en 1871 par M. G. Lemoine, qui a montré que, contrairement à l'opinion de M. Hittorf, on obtient la même limite en partant du phosphore ordinaire ou du phosphore rouge. Nous avions nous-même établi, dès 1868, que l'on obtient la même valeur pour la tension de transformation de l'acide cyanique, quel que soit celui des isomères qui serve de point de départ.

duction d'un enduit uniforme de phosphore rouge formé aux dépens de la vapeur. Quant à leur détermination directe, elle présente à ces températures des difficultés particulières. On peut craindre en effet que, par suite de la chaleur dégagée dans la transformation du liquide, il ne se produise une surchauffe. Pour nous mettre à l'abri de cette cause d'erreur, nous avons, dans chaque expérience, mesuré directement et simultanément la température du phosphore bouillant et la force élastique de sa vapeur. Nous avons ainsi pu constater que, en portant rapidement du phosphore liquide à 360 degrés, il faut pour l'empêcher d'entrer en ébullition à cette température exercer sur sa surface une pression de $3^{atm},2$. Si on le porte de même rapidement à 440 degrés, il faut pour l'empêcher de bouillir à cette température une pression de $7^{atm},5$.

» Cette méthode étant d'une application difficile et dangereuse pour des températures plus élevées, nous en avons cherché une autre qui est indirecte, mais plus commode, et nous l'avons appliquée, après avoir vérifié son exactitude en comparant les résultats qu'elle donne à 360 et à 440 degrés avec ceux que nous a fournis la méthode précédente.

» Nous chauffons dans un courant de vapeur de mercure ou de soufre un tube vertical terminé à son extrémité inférieure par une ampoule qui contient un poids de phosphore ordinaire un peu supérieur à celui qui peut se vaporiser. Le courant de vapeur de mercure ou de soufre circule de haut en bas, et, par suite, le tube arrive à la température qu'il doit atteindre et garder pendant toute l'opération, d'abord dans sa partie supérieure, et ensuite de proche en proche, jusqu'à sa partie inférieure.

» Après plusieurs heures de chauffe, le phosphore rouge, qui provient de la transformation du liquide, est tout entier dans l'ampoule, et celui qui résulte de la transformation de la vapeur tapisse les parois du tube sous forme d'un enduit uniforme et translucide de couleur rouge pourpre (1).

» La somme des poids de cet enduit et du phosphore resté en vapeur donne le poids total de la vapeur qui s'était formée d'abord, et permet par suite de calculer la force élastique maximum correspondante.

» La moyenne des expériences ainsi réalisées nous donne, pour la tension maximum de la vapeur de phosphore à $360°$: $3^{atm},2$, et à $440°$: $7^{atm},3$.

» Cette méthode, fournissant sensiblement les mêmes résultats que la méthode directe, nous avons pu l'employer pour d'autres températures.

(1) Si l'on avait chauffé le tube à la manière ordinaire, dans un bain de liquide ou de vapeur, une portion du phosphore se serait condensée en gouttelettes sur diverses parties du

» En résumé, nos déterminations montrent que la tension de transformation est, pour chaque température, très-différente de la tension maximum de vapeur correspondante, ainsi qu'on peut le voir dans ce tableau :

Température.	Tension maximum.		Tension de transformation.
	Méthode directe.	Méthode indirecte.	
	atm	atm	atm
360 degrés.........	3,2	3,2	0,6
440 »	7,5	7,3	1,75

» Dans notre prochaine Communication, nous montrerons l'application de notre méthode à la détermination des tensions maxima et des tensions de transformation pour les températures supérieures à 440 degrés, et nous établirons comment ces tensions varient avec la température. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Nouveau procédé de fabrication d'acier*; Note de MM. F. Bajault et Roche. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Boussingault, Tresca.)

« Ce procédé a pour principe la décarburation partielle et intermoléculaire de la fonte, sous l'influence de l'oxyde de fer à l'état de minerai riche.

» Un mélange de fonte et de minerai en poudre, convenablement coulé dans des moules ou formes en métal, dits *gueuses creuses*, donne en se solidifiant autant de lingots ou *gueuses*, faisant corps avec ces moules. Ces gueuses sont alors portées dans un four spécial, où elles sont maintenues pendant un certain temps au rouge vif.

» A cette température et jusqu'à la fin de la réduction, on voit de nombreux jets de gaz oxyde de carbone se dégager et brûler avec une flamme bleue caractéristique.

» On obtient ainsi des lingots d'acier brut qu'il ne reste plus qu'à fondre, soit au creuset, soit sur la sole d'un four à réverbère.

» Par ce procédé, les réactions s'effectuent dans toute l'étendue d'une masse solide par un mélange intime des matières en présence, et ces matières ne sont soumises à la fusion qu'après leur transformation réciproque. Le minerai étant alors réduit, son action sur les parois des appareils de fusion est presque nulle. On évite donc le principal obstacle qui a fait renoncer, jusqu'à présent, à l'emploi des minerais riches, dans la transformation

tube; il eût été alors impossible de séparer le phosphore rouge provenant de la transformation de ces gouttelettes liquides de celui qui provient de la transformation de la vapeur.

de la fonte en acier, malgré les avantages qu'on a depuis longtemps reconnu en devoir tirer.

On peut obtenir ainsi tous les degrés de carbonisation, les proportions de fonte et d'oxyde pouvant être déterminées d'une façon pour ainsi dire mathématique.

L'échantillon que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie a donné à l'analyse, pour 100 parties :

Carbone	combiné	0,430
	non combiné	0,080
Silicium		0,230
Soufre et phosphore		nuls

« Cet acier est demi-dur, très-malléable et très-résistant; il acquiert par la trempe une grande dureté. »

M. G. Pouchet adresse, par l'entremise de M. Coste, pour le Concours du prix de Physiologie expérimentale (fondation Montyon), un Mémoire sur les changements de coloration sous l'influence des nerfs, chez les animaux.

(Renvoi à la Commission.)

M. L. Rarchaert soumet au jugement de l'Académie la description d'une locomotive à double articulation, à adhérence totale, qu'il vient de construire avec le concours de l'État.

Le problème que l'auteur pense avoir résolu est celui de la traction en courbe, au moyen de trains mobiles, avec utilisation du poids entier du moteur par l'accouplement de toutes les roues et l'emploi de deux cylindres à vapeur fixes.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Zenger adresse une Note sur les qualités physiques des éléments chimiques.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. Ad. Nicolas adresse une Note concernant un projet de nomenclature chimique.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. Maumené adresse un Mémoire portant pour titre : « Des fermentations sans ferments ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. Bazerque adresse une Lettre concernant un projet de voyage scientifique, sur les divers points accessibles du globe.

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, d'Abbadie, Boussingault, Cl. Gay, Cloquet.)

M. J. Blandin adresse un Mémoire sur le Martinet noir ou de muraille.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Blanchard.)

M. A. Netter adresse un Mémoire sur « l'antagonisme des instincts chez l'animal considéré isolément ».

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Blanchard, Robin.)

M. Baudet adresse un nouveau Mémoire intitulé : « Théorie du germe des ferments, des cryptogames et de leur fécondation, etc.... ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Cabat adresse une Note concernant les avantages qu'il y aurait à pouvoir donner au fil de coton une résistance comparable à celle du fil de chanvre, pour la confection des filets de pêche.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Chevreul.

M. Chasles et M. Le Verrier sont désignés pour remplacer feu M. *Delaunay* et feu M. *Laugier* dans la Commission nommée pour examiner les Mémoires présentés par M. *Michal*.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Marine et des Colonies adresse un exemplaire du voyage d'exploration en Indo-Chine, entrepris en 1867 sous la direction de M. *de Lagrée*, et continué, après la mort de cet officier, par M. *Garnier*.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° L'« Annuaire météorologique de l'Observatoire physique central de Montsouris, pour l'année 1873 »;

2° Le « Cours de Chimie agricole, professé à l'École d'Agriculture de Grignon », par M. *Dehérain*.

M. l'Inspecteur général de la Navigation adresse les états des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle pendant l'année 1872.

Les plus hautes eaux ont été observées les 17 et 18 décembre, au pont Royal à $6^m,85$, et au pont de la Tournelle à $5^m,87$. Les plus basses au pont Royal le 8 octobre à $1^m,45$, et au Pont de la Tournelle les 25, 29 septembre et 8 octobre à $0^m,20$ au-dessous de zéro. La moyenne a été de $2^m,36$ au pont Royal et de $1^m,01$ au pont de la Tournelle.

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'équation du troisième ordre dont dépend le problème des surfaces orthogonales;* Note de M. G. Darboux, présentée par M. Chasles.

« La forme de l'équation (6) permet de reconnaître immédiatement que si l'on remplace u par $\varphi(u)$, l'équation ne change pas; son premier membre est multiplié par φ'^{a}; tout se passe comme si, à la première ligne, on ajoutait les autres multipliées par des coefficients convenables. Mais ce petit calcul, que j'omets parce qu'il ne présente aucune difficulté, conduit à une conséquence intéressante. Les coefficients A, B, C,... sont, comme on l'a vu, la somme de deux parties, l'une linéaire par rapport aux dérivées du troisième ordre, l'autre quadratique par rapport à celles du second. L'équation peut donc s'écrire

$$K - \Omega = 0,$$

où K est une fonction linéaire des dérivées du troisième ordre. Ces deux parties K et Ω ont une existence *indépendante*. Elles se reproduisent séparément si l'on remplace u par $\varphi(u)$.

» Si l'on a à la fois

$$K = 0, \quad \Omega = 0,$$

le système (u) est formé soit de sphères, soit de surfaces parallèles.

» Le déterminant (6), que j'appellerai R, me paraît susceptible d'applications nombreuses dans la théorie générale des surfaces. Notre calcul montre que si

$$\frac{x}{l} = \frac{y}{m} = \frac{z}{n}, \quad \frac{x}{l'} = \frac{y}{m'} = \frac{z}{n'}$$

sont les équations des directions principales, on aura

$$ll' = \lambda \frac{\partial R}{\partial A}, \quad mm' = \lambda \frac{\partial R}{\partial B}, \quad lm' + ml' = \lambda \frac{\partial R}{\partial H},$$

et ce résultat, étant indépendant des dérivées du troisième ordre, subsiste alors même que la famille (u) ne fait pas partie d'un système orthogonal.

» Par suite, en remplaçant dans R ABC par $(X - x)^2, \ldots$, ce qui donne

$$\frac{\partial R}{\partial A}(X - x)^2 + \ldots = 0,$$

on aura l'équation des deux plans principaux d'une surface quelconque.

» Dans sa dernière Communication, M. Cayley a mis l'équation du troisième ordre sous une forme du plus haut intérêt. On peut obtenir le même résultat de la manière suivante. Posons

$$V^2 = u_x^2 + u_y^2 + u_z^2;$$

on aura, en tenant compte d'une formule déjà donnée,

$$(7) \quad \partial_v \partial_w \left(\frac{1}{V}\right) + \partial_w \partial_v \left(\frac{1}{V}\right) = v_x w_x \frac{d^2\left(\frac{1}{V}\right)}{dx^2} + (v_x w_y + v_y w_x) \frac{d^2\left(\frac{1}{V}\right)}{dx\,dy} + \ldots = 0.$$

J'omets la démonstration de ce résultat, qui équivaut d'ailleurs à l'une des formules de Lamé

$$\frac{\partial^2 H}{\partial \rho_1 \partial \rho_2} = \frac{1}{H_1} \frac{\partial H}{\partial \rho_1} \frac{\partial H_1}{\partial \rho_2} + \frac{1}{H_2} \frac{\partial H}{\partial \rho_2} \frac{\partial H_2}{\partial \rho_1}.$$

Il suit de là que l'équation différentielle cherchée peut aussi se mettre sous la forme

$$(8) \quad \begin{vmatrix} \frac{\partial^2\left(\frac{1}{V}\right)}{\partial x^2} & \frac{\partial^2\left(\frac{1}{V}\right)}{\partial y^2} & \frac{\partial^2\left(\frac{1}{V}\right)}{\partial z^2} & \frac{\partial^2\left(\frac{1}{V}\right)}{\partial y\,\partial z} & \frac{\partial^2\left(\frac{1}{V}\right)}{\partial x\,\partial z} & \frac{\partial^2\left(\frac{1}{V}\right)}{\partial x\,\partial y} \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ u_{x^2} & u_{y^2} & u_{z^2} & u_{yz} & u_{xz} & u_{xy} \\ 2u_x & 0 & 0 & 0 & u_z & u_y \\ 0 & 2u_y & 0 & u_z & 0 & u_x \\ 0 & 0 & 2u_z & u_y & u_x & 0 \end{vmatrix} = 0.$$

C'est la formule de M. Cayley. On vérifie d'une manière immédiate que l'équation est satisfaite par le système des surfaces parallèles pour lequel

$$V = \text{const.};$$

mais on est conduit à un résultat nouveau et plus général. Si l'on prend

$$(9) \qquad \frac{1}{V} = (x-\alpha)^2 + (y-\beta)^2 + (z-\gamma)^2 + \delta,$$

l'équatioo précédente sera encore vérifiée. Ainsi toute famille satisfaisant à l'équation différentielle

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 = \frac{1}{[(x-\alpha)^2+(y-\beta)^2+(z-\gamma)^2+\delta]^2}$$

fait partie d'un système orthogonal.

» Si $\delta = 0$, on a le système transformé par rayons vecteurs réciproques d'une famille de surfaces parallèles; mais si δ n'est pas nul, on a un nouveau système plus général et dont peut faire partie toute surface. Il est formé *des surfaces qui ont pour trajectoires orthogonales des cercles normaux à une sphère fixe, et l'on peut toujours obtenir le système dont fait partie une surface donnée à l'avance sans aucune intégration*. Je l'ai indiqué dans un travail encore inédit, mais en cours de publication.

» Les mêmes remarques s'étendent à l'équation plus générale

$$\frac{1}{V} = \varphi(u)(x^2+y^2+z^2) + \psi(u)x + \chi(u)y + \zeta(u)z + \delta(u),$$

sur laquelle je n'insiste pas pour le moment.

» On déduit une nouvelle série de conséquences en faisant intervenir la forme quadratique

$$f(\alpha, \beta, \gamma) = \frac{\partial^2\left(\frac{1}{V}\right)}{dx^2}\alpha^2 + \ldots + 2\frac{\partial^2\left(\frac{1}{V}\right)}{dy\,dz}\beta\gamma + \ldots,$$

dont la signification géométrique est d'ailleurs assez simple, et que nous écrirons pour abréger $f(\alpha)$; α, β, γ seront considérés comme des directions de déplacements. Alors l'équation différentielle peut s'écrire (au moyeo de combinaisons de colonnes)

$$\begin{vmatrix} f(\alpha) & f(\alpha') & f(\alpha'') \\ \alpha^2+\beta^2+\gamma^2 & \ldots\ldots & \ldots\ldots \\ d^2u & \ldots\ldots & \ldots\ldots \end{vmatrix} = 0, \qquad \begin{matrix} \alpha = dx, & \alpha' = d'x, & \alpha'' = d''x, \\ \beta = dy, & & \\ \gamma = dz, & & \end{matrix}$$

pourvu que les trois déplacements aient lieu dans le plan tangent de (u). Par exemple, si les deux premiers ont lieu suivant les lignes asymptotiques, on aura

$$\frac{f(\alpha)}{\alpha^2+\beta^2+\gamma^2} + \frac{f(\alpha')}{\alpha'^2+\beta'^2+\gamma'^2}.$$

S'ils ont lieu suivant des lignes de longueur nulle, on aura

$$\frac{f(\alpha)}{d^2 u} = \frac{f(\alpha')}{d'^2 u}.$$

» Introduisons maintenant deux séries de déplacements, on aura ainsi

$$\frac{\alpha' f'_\alpha + \beta' f'_\beta + \gamma' f'_\gamma}{\alpha\alpha' + \beta\beta' + \gamma\gamma'},$$

qui demeurera *constant* pour tous les couples de directions conjuguées de la surface (u). En particulier, si ces directions sont celles de ligne de courbure, le numérateur doit être nul, et on retrouve la formule (7).

» Le quotient

$$\frac{\alpha' f'_\alpha + \beta' f'_\beta + \gamma' f'_\gamma}{u_{\alpha^2}(\alpha\alpha') + \ldots + u_{\beta\gamma}(\beta\gamma' + \gamma\beta') + \ldots}$$

doit de même être constant pour deux directions rectangulaires situées dans le plan tangent.

» Ces différentes formes de l'équation pourront permettre de l'écrire dans les divers cas spéciaux qu'offrent naturellement les recherches géométriques. »

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme;* par M. **J.-M. Gaugain.**

» **27.** Dans les Communications que j'ai eu l'honneur d'adresser récemment à l'Académie, relativement aux courants d'induction de la machine de M. Gramme (1), j'ai indiqué les deux méthodes dont je me suis servi pour explorer la distribution du magnétisme dans les barreaux mis en expérience. Au moyen de ces méthodes, j'obtiens deux courbes différentes que j'appelle : l'une *courbe de désaimantation* (Note du 7 octobre, n° 21), l'autre *courbe des intensités* (Note du 9 septembre, n° 15), et le résultat le plus général de mon travail consiste dans la relation remarquable qui lie ces deux courbes. Si la première, en effet, est représentée par l'équation $y = f(x)$, l'équation de la seconde sera $y' = k\frac{dy}{dx}$, en désignant par k une constante.

» **28.** Lorsque l'on assimile un barreau aimanté à un solénoïde formé de circuits équidistants parcourus par des courants d'intensités variables, la *courbe de désaimantation* représente pour chaque point du solénoïde l'in-

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXV, p. 138, 627 et 828. — Les numéros placés en tête des divisions de cette Note font suite à ceux des Notes précédentes.



tensité moyenne du courant qui parcourt les circuits voisins du point considéré, autant du moins qu'on laisse de côté les parties du solénoide voisines des extrémités, comme je l'ai indiqué n° 21. La courbe de désaimantation représente donc ce que l'on peut appeler le *magnétisme absolu* du barreau.

» Quant à la courbe des intensités, lorsqu'on l'obtient comme je le fais, elle représente, à proprement parler, l'intensité du courant induit qui correspond à un petit déplacement déterminé d'un certain anneau; mais il faut remarquer que cette intensité n'est pas essentiellement différente de l'intensité magnétique telle qu'on la mesure par les procédés ordinaires. Je ne veux pas dire que la courbe des intensités obtenues de la manière que j'ai indiquée (n° 15) se confond avec celle que l'on obtiendrait, soit en faisant osciller une aiguille aimantée en face des divers points du barreau, soit en déterminant le poids de fer doux que peut porter chaque point du barreau. Je n'ai pas établi de comparaison rigoureuse entre ma méthode et celles que l'on a coutume d'employer; mais j'ai constaté du moins que les indications fournies par toutes les méthodes varient dans le même sens. Ainsi lorsque l'intensité du courant induit correspond à un déplacement donné, augmente ou diminue, le nombre des oscillations de l'aiguille aimantée augmente ou diminue en même temps; quand la direction du courant induit est intervertie, la polarité accusée par l'aiguille aimantée change de signe.

» 29. On ne voit pas au premier coup d'œil comment la courbe de désaimantation peut être tracée dans le cas d'un aimant permanent, puisque l'on n'a pas alors de moyen rapide de faire disparaître le magnétisme; mais une remarque très-simple permet, même dans ce cas, de déterminer la valeur des courants induits que l'on obtiendrait s'il était possible d'anéantir instantanément l'aimantation. Lorsqu'une hélice est placée sur un barreau de fer aimanté par influence et qu'on fait disparaître la magnétisme en éloignant l'aimant du barreau, le courant induit qui se produit ne peut être dû, suivant la remarque de Faraday, qu'à l'interruption d'une action permanente de nature inconnue, à laquelle il a donné le nom d'*action électrotonique*. Or il parait évident, quand on se place à ce point de vue, qu'il y a deux manières équivalentes de faire cesser l'*action électrotonique* : l'une consiste à supprimer l'aimantation du barreau, l'autre à pousser l'hélice au delà de l'extrémité de ce barreau, à une distance suffisante pour qu'il ne puisse plus exercer d'action sur elle. J'ai exécuté comparativement ces deux opérations et j'ai trouvé que, en effet, elles donnent exactement le

même résultat. Il peut se faire que l'action électrotonique de Faraday n'existe pas réellement ; mais la conclusion à laquelle j'ai été conduit par la considération de cette action supposée reste, dans tous les cas, un fait d'expérience parfaitement établi. Maintenant il ne me paraît pas douteux que cette conclusion subsisterait dans le cas d'un aimant permanent, si l'on possédait un moyen d'anéantir instantanément le magnétisme. En conséquence, si l'on place une petite hélice sur un point déterminé M d'un barreau d'acier aimanté et qu'on la fasse glisser rapidement au delà de l'extrémité du barreau, à une distance suffisante pour que le barreau ne puisse plus exercer d'action sur elle, le courant induit que l'on obtiendra sera le *courant de désaimantation* correspondant au point M. On peut donc tracer la courbe de désaimantation même dans le cas d'un aimant permanent, et la relation que j'ai rappelée en commençant subsiste dans le cas d'un aimant permanent aussi bien que dans le cas d'un barreau de fer doux aimanté par influence.

» 30. Il résulte de cette relation que l'intensité magnétique, appartenant à un point déterminé d'un barreau aimanté, dépend non du *magnétisme absolu* que possède ce point, mais de la rapidité avec laquelle ce *magnétisme absolu* varie quand on passe du point considéré aux points voisins. Cette manière de considérer l'intensité magnétique permet d'expliquer certains faits en apparence contradictoires. Ainsi j'ai analysé, dans les n°s 18-22, les phénomènes qui se produisent lorsqu'un barreau de fer doux CD est mis en contact avec l'extrémité A d'un second barreau AB aimanté par influence. J'ai reconnu (n° 22) que la courbe de désaimantation qui appartient à la partie du barreau AB, voisine de A, s'éloigne de l'axe des x, lorsqu'on vient à mettre les deux barreaux en contact, mais qu'elle se modifie en même temps, de manière à présenter moins de *pente* qu'auparavant ; ce qui veut dire que le magnétisme absolu de la partie du barreau AB, voisine de A, augmente et que son intensité magnétique diminue. Le même résultat se produit lorsque l'on vient à appliquer une masse de fer doux contre l'une des extrémités d'un barreau d'acier aimanté d'une manière permanente ; il se produit encore, et d'une manière bien plus accusée, quand on applique une armature en fer doux contre les extrémités des branches d'un aimant en fer à cheval. Dans tous les cas, le *magnétisme absolu* est augmenté, l'intensité magnétique est diminuée, et l'on peut se rendre un compte exact des modifications survenues en traçant les *courbes de désaimantation* avant et après l'application de l'armature ou de la masse de fer doux. A la vérité, on ne peut plus obtenir ces *courbes de désaimantation* par la méthode

du n° 21, quand on opère sur des aimants permanents, mais on les obtient alors comme je l'ai indiqué plus haut (n° 29).

» 31. D'après ce qui vient d'être dit de l'intensité magnétique, on conçoit que cette intensité peut changer de signe, sans que le *magnétisme absolu* en change lui-même; en d'autres termes, si l'on assimile un aimant à un solénoïde formé de circuits équidistants parcourus par des courants d'intensité variable, on peut obtenir *des points conséquents*, sans que la direction du courant solénoïdal soit intervertie : il suffit que l'intensité de ce courant varie d'une manière convenable. Supposons, par exemple, que dans le premier tiers de la longueur du solénoïde l'intensité du courant soit représentée par 2, qu'elle se trouve réduite à 1 dans le deuxième tiers et que dans le troisième elle s'élève de nouveau à 2 ; il est aisé d'apercevoir que, si l'on fait glisser un anneau d'un bout du solénoïde à l'autre, le courant induit changera trois fois de direction. Il peut donc se produire deux sortes de *points conséquents*, les uns résultant d'un changement dans la direction du courant solénoïdal, les autres dus uniquement aux variations d'intensité de ce courant. C'est pour éviter toute confusion entre ces deux sortes de *points conséquents* que j'ai désigné par le nom de *pôles doubles* les *points conséquents* de la première espèce, dont j'ai eu à parler dans mes Notes sur la machine de M. Gramme. »

PHYSIQUE. — *Note relative à l'action prétendue des liquides à faible tension superficielle sur les gaz dissous dans les liquides à forte tension superficielle;* par M. D. GERNEZ. (Présentée par M. Pasteur.)

« M. van der Mensbrugghe a publié dans les *Comptes rendus* de l'Académie, t. LXXIV, p. 1038 (15 avril 1872) et dans les *Annales de Chimie et de Physique*, [4], t. XXVI, p. 318, diverses expériences qui l'ont conduit à donner l'énoncé suivant de ce qu'il a appelé un *nouveau principe* de Physique :

« Chaque fois qu'un liquide à forte tension superficielle et contenant des gaz en dissolution est mis en contact avec un liquide à faible tension, il y a un dégagement plus ou moins prononcé des gaz dissous dans le premier liquide. »

» Ce travail contient quelques points en contradiction avec les expériences que j'ai publiées en 1866 sur les solutions gazeuses sursaturées; la grande publicité qu'il a reçue et l'habileté bien connue de M. van der Mensbrugghe m'ont engagé à soumettre les faits annoncés à une étude expérimentale très-attentive, dont je vais indiquer le résultat. Je passerai

successivement en revue les points principaux signalés par M. van der Mensbrugghe : 1° le dégagement de gaz par l'agitation d'un liquide, additionné d'une petite quantité d'un autre liquide à tension superficielle plus faible ; 2° le dégagement présumé de gaz à la surface de séparation de deux liquides, de tensions superficielles différentes ; 3° l'action présumée des solides salis par une couche de matière grasse, sur les gaz dissous dans les liquides.

» I. Dans un flacon soigneusement nettoyé et contenant de l'eau distillée, on introduit quelques gouttes d'alcool, ou d'un autre liquide à faible tension superficielle ; on bouche, on agite et il se produit une vive effervescence. Suivant l'auteur, c'est le gaz dissous dans l'eau qui se dégage et non l'air introduit dans le liquide par l'agitation : la seule preuve qu'il donne de cette assertion, c'est que l'eau et l'alcool agités isolément ne produisent aucun pétillement gazeux. Cette démonstration est *à priori* insuffisante ; car l'eau, l'alcool, et l'eau additionnée d'alcool, sont des liquides qui peuvent retenir inégalement l'air qu'on y introduit par l'agitation ; il faut donc, pour décider la question, avoir recours à l'expérience. Pour la rendre plus démonstrative, au lieu d'opérer sur de petites quantités de liquide, je me suis servi de flacons qui contenaient jusqu'à neuf litres d'eau distillée, et, pour apprécier le moindre dégagement gazeux, j'ai fermé le flacon par un bouchon percé d'un trou, dans lequel s'engageait un tube recourbé horizontalement et muni d'un index liquide dans une région capillaire du tube. Après avoir introduit de petites quantités d'alcool, variables avec le volume de l'eau distillée, j'ajustais le bouchon et je fermais l'extrémité du tube ; puis j'imprimais au flacon de violentes secousses, qui déterminaient une vive effervescence : je débouchais alors l'extrémité du tube, et le mouvement de l'index n'a *jamais* indiqué un dégagement de gaz ; il a, au contraire, manifesté une faible absorption, quelque grande que fût la quantité d'eau employée. J'ai répété la même expérience avec l'alcool, la créosote, les essences de térébenthine et de lavande, les huiles d'olive, de lin, de colza, d'amandes douces, et je n'ai pu constater d'augmentation dans le volume de l'air. Le pétillement tient vraisemblablement à ce que les liquides dont il s'agit, ajoutés à l'eau, lui communiquent la propriété de *mousser*, c'est-à-dire de retenir plus longtemps, sous forme de bulles, l'air du flacon que l'on introduit par l'agitation au sein du liquide.

» J'ai, du reste, constaté que le même flacon peut servir à montrer pour ainsi dire indéfiniment l'effervescence qui suit l'agitation. Après cent opérations, faites avec deux flacons additionnés respectivement d'alcool et

d'essence de lavande, le pétillement gazeux était aussi abondant qu'à l'origine, ce qui serait inexplicable s'il était dû au dégagement de l'air dissous, dont la quantité est très-limitée.

» Enfin, si l'on substitue à l'eau froide, qui contient de l'air en dissolution, de l'eau récemment purgée d'air par une ébullition prolongée et encore chaude, on observe, après agitation, des bulles de gaz aussi abondantes, qui ne peuvent provenir que de l'air introduit dans le liquide.

» II. Lorsqu'on superpose à un liquide un autre liquide à tension superficielle très-différente, soit sous forme de gouttes, soit sous forme de couche plus ou moins épaisse, il se produit, suivant M. van der Mensbrugghe, à la surface de séparation, un dégagement de bulles gazeuses que j'ai vainement essayé de constater. Pour exagérer le phénomène et le rendre plus apparent, je me suis servi de solutions sursaturées; dans de pareils liquides, pour peu qu'une substance soit apte à provoquer le dégagement gazeux, on la voit se couvrir de bulles, qui prennent en peu d'instants des dimensions relativement considérables. Je me suis principalement servi de la solution sursaturée d'acide carbonique, que j'ai superposée aux liquides plus denses, comme le sulfure de carbone ou le chloroforme, ou à laquelle j'ai superposé les liquides moins denses, comme les huiles fixes ou volatiles, ou même des liquides miscibles à l'eau, comme l'alcool, l'éther, la créosote, que l'on obtient facilement avec l'eau en couches dont la surface de séparation est longtemps apparente. Avec ces liquides, je n'ai *jamais observé* de dégagement gazeux au contact des deux liquides différents. Les seules précautions à prendre, pour qu'il ne se produise aucune bulle de gaz, consistent à employer des liquides bien filtrés, et à éviter l'accès des poussières ou des filaments solides qui peuvent s'accumuler à la surface de séparation des deux liquides et se couvrir de bulles gazeuses. Cet effet provient, comme je l'ai démontré (1), de l'existence d'une couche d'air condensée à la surface des corps longtemps exposés au contact de l'air, et qui provoque le dégagement du gaz de sa solution sursaturée.

» III. Lorsque des corps solides ont été exposés à l'air libre, ou enduits d'une matière grasse, ils déterminent le dégagement de l'air dissous dans l'eau. M. van der Mensbrugghe attribue cet effet à la pellicule de matière grasse à faible tension superficielle, dont le corps est couvert. Il résulte des expériences précédentes que les matières grasses n'ont par elles-mêmes aucun effet sur les gaz dissous dans l'eau, et j'ai démontré, dans le travail

(1) *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 883.

auquel j'ai fait allusion plus haut, que les corps solides dont la surface est complétement privée de gaz sont aussi sans action sur les solutions sursaturées. Il était donc infiniment probable qu'un corps solide couvert d'une matière grasse serait absolument inactif. Cependant, devant l'assertion contraire de M. van der Mensbrugghe, j'ai cru devoir vérifier le fait par expérience, en prenant soin d'éliminer toute circonstance perturbatrice. La plus importante est l'action de la couche d'air adhérente à la surface des corps solides; je l'ai supprimée en faisant séjourner longtemps ces corps, soit dans l'eau bouillante, soit dans l'alcool. Pour rendre l'expérience plus frappante, j'ai opéré non-seulement avec l'eau, qui dissout très-peu d'air, mais aussi avec une solution sursaturée d'acide carbonique dans l'eau, dont la tension superficielle est à peu près la même; je la recouvre d'une couche d'huile d'olive ou d'huile de lin, au-dessus de laquelle je dépose une couche d'alcool. Des baguettes de verre qui ont séjourné dans l'alcool, où elles se débarrassent de l'air adhérent, plongées très-lentement dans l'huile, puis enfoncées dans la solution sursaturée d'acide carbonique, ne manifestent pas *le moindre* dégagement gazeux, soit sur les parties de la baguette recouvertes d'huile, soit sur les autres, tandis que des baguettes pareilles, non débarrassées de l'air adhérent et plongées directement dans la solution sursaturée, après avoir été huilées ou non, se recouvrent immédiatement de bulles gazeuses.

» Des trois séries d'expériences que je viens d'exposer, il résulte qu'il n'y a pas lieu de rattacher les phénomènes dont il s'agit à la tension superficielle, ni d'admettre le nouveau principe de Physique proposé par M. van der Mensbrugghe. »

CHIMIE. — *Sur l'acide sulfureux et l'acide chlorosulfurique. — Combinaison du chlore et de l'hydrogène dans l'obscurité complète;* par M. MELSENS. (Extrait.)

» I. Depuis quelques années déjà, j'ai communiqué à plusieurs chimistes un procédé simple pour préparer l'acide chlorosulfurique en quantité considérable, et sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir la lumière directe ou diffuse. L'opération réussit dans une chambre absolument obscure, éclairée par une lanterne monochromatique. Il suffit de faire arriver de l'acide sulfureux et du chlore secs dans l'acide acétique cristallisable; l'intervention de ce troisième corps provoque la formation de l'acide chlorosulfurique, et il se produit des acides chloracétiques. L'acide acétique est

attaqué lentement par le chlore à la lumière diffuse avec formation d'acide monochloracétique; mais la production des acides chloracétiques et de l'acide chlorosulfurique, dans l'*obscurité complète*, offre un intérêt particulier.

» Tous les essais faits pour produire l'acide bromosulfurique par des moyens semblables ou par d'autres moyens n'ont pas réussi.

» L'acide chlorosulfurique, obtenu par l'intervention de l'acide acétique, se sépare des autres composés produits avec lui, par distillations fractionnées.

» II. L'acide chlorosulfurique peut encore être obtenu, à l'abri de la lumière directe, en faisant absorber successivement du chlore et de l'acide sulfureux secs par la braise purifiée par de nombreux lavages et des calcinations répétées, dont une au rouge blanc, dans un courant de chlore sec, prolongé pendant plusieurs heures.

» Les cellules du charbon réalisent donc une combinaison qui exigerait la lumière solaire la plus intense, en dehors de leur intervention, ce qui s'explique par l'énorme condensation qu'éprouvent les gaz dans les pores du charbon.

» III. Lorsqu'on fait absorber du chlore par le charbon, la température s'élève; mais, en refroidissant le vase et en prolongeant l'action, on parvient aisément à saturer complétement le charbon de chlore.

» J'ai étudié les charbons de nature différente au point de vue des quantités de gaz qu'ils peuvent fixer; j'en ai rencontré qui ont fixé près de leur poids de chlore.

» Si sur ces *charbons chlorés*, parfaitement secs, on fait arriver de l'hydrogène pur, desséché sur de longues colonnes d'acide phosphorique anhydre, on constate qu'il se produit, à froid, dans l'obscurité absolue, des quantités notables d'acide chlorhydrique. L'hydrogène est donc brûlé; mais, en même temps, il se dégage du chlore.

» La température a baissé de 20 degrés, en opérant sur une cinquantaine de grammes de charbon. On réalise donc *à froid et à l'abri complet de la lumière, la combustion de l'hydrogène par le chlore, même en se plaçant dans des circonstances où il y a abaissement de température.*

» Le chlore reprend l'état gazeux et s'échappe avec l'excès d'hydrogène et une partie de l'acide chlorhydrique formé; des gaz condensés reprennent donc l'état gazeux, et la chaleur, absorbée par le retour à cet état, l'emporte sur la chaleur dégagée par la formation d'une certaine quantité d'acide chlorhydrique.

» IV. Si l'on fait arriver de l'eau sur du *charbon imprégné de chlore*, elle

se décompose dans un temps très-court en acide chlorhydrique et en acide carbonique; une partie du chlore se dégage; on constate alors une légère élévation de température.

» Je n'ai trouvé aucun produit autre que l'acide chlorhydrique et l'acide carbonique, c'est-à-dire qu'il ne se forme ni acides oxygénés du chlore, ni acides organiques.

» J'ai prouvé autrefois (1) que le charbon ou la braise pure, en suspension dans l'eau bouillante traversée par un courant de chlore, donnait naissance, entre autres produits, à un acide analogue aux acides dits *ulmiques*. L'action est tout autre dans mes nouvelles expériences.

» V. Je suis parvenu, il y a déjà une dizaine d'années, à régulariser, pour les besoins du laboratoire ou de l'industrie, le procédé signalé par M. Dumas pour la préparation de l'acide sulfureux (2). J'utilise, en effet, l'action de l'acide sulfurique sur le soufre. J'emploie ordinairement des vases en fonte; il suffit d'introduire dans l'appareil, lorsqu'on opère dans le verre, de la ponce en fragments d'environ 1 centimètre de côté.

» En opérant dans un vase en fonte d'une douzaine de litres, il est facile de préparer, en un jour, des quantités considérables d'acide sulfureux liquéfié.

» J'avais cherché, dès 1860, à déterminer le point d'ébullition exact de ce corps; j'ai fait des essais très-nombreux, avec des vases de toute nature, mais ils ont été infructueux. Mes expériences confirment celles que M. V. Regnault a publiées en 1862.

» J'ai déterminé la tension de la vapeur de l'acide sulfureux à 100 degrés en employant des tubes et des manomètres métalliques, et j'ai trouvé sensiblement le nombre que donne la formule de M. V. Regnault. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la statique des dissolutions salines;* par M. BERTHELOT.

« **1.** Les sels dissous réagissent les uns sur les autres, de telle façon que les acides forts s'emparent des bases fortes, laissant les bases faibles aux

(1) *Comptes rendus*, t. XIX, p. 1292; 1844.

(2) Le soufre peut transformer, à l'aide de la chaleur, l'acide sulfurique en acide sulfureux en passant lui-même à cet état. Le bas prix du soufre rendrait ce procédé très-applicable, si ce corps ne fondait pas à une température plus basse que celle qui est nécessaire à la réaction. Cette circonstance rend l'opération tumultueuse et difficile à régler. (*Traité de Chimie*, t. I, p. 149.)

acides faibles : cette opinion, à laquelle la plupart des chimistes sont arrivés, sur la foi de considérations générales plutôt que par des preuves positives, peut être démontrée à l'aide du thermomètre. Le carbonate de potasse, par exemple, décompose le sulfate d'ammoniaque en dissolution, et le transforme complétement, ou à peu près, en sulfate de potasse : transformation qui se traduit par une absorption de 3200 calories (1). De même les borates, cyanures, phénates alcalins, mis en présence du chlorhydrate ou du sulfate d'ammoniaque, se transforment en chlorure de potassium et sulfate de potasse, etc. De même encore l'acétate de soude, en présence des sulfates, chlorures, azotates de peroxyde de fer, de zinc, de cuivre, se change en sulfate, chlorure, azotate de soude (2), changement qui est attesté par mes expériences thermiques.

» 2. Tâchons d'expliquer ces résultats, en en montrant la nécessité. Ils découlent, ce me semble, de cette proposition générale : *Le sel dont la formation dégage le plus de chaleur est celui qui prend naissance dans les dissolutions, toutes les fois que les sels aux dépens desquels il peut se former sont à l'état de décomposition partielle dans la liqueur.*

» L'ensemble des réactions déterminées par cette première formation ne répond pas d'ailleurs d'une manière nécessaire à un dégagement thermique maximum; il peut même absorber de la chaleur.

» 3. C'est donc la stabilité des sels en présence de l'eau qu'il s'agit de définir. On peut souvent la mesurer par l'étude thermique des changements opérés pendant la dissolution, procédé qui s'applique surtout au cas où les changements s'opèrent rapidement et dans des liqueurs concentrées. Par exemple, le carbonate d'ammoniaque et les autres sels ammoniacaux formés par des acides faibles (3) éprouvent, en présence de l'eau, une certaine décomposition, croissante avec la proportion du dissolvant. Le carbonate d'ammoniaque, en particulier, peut être regardé comme décomposé aux deux tiers, en présence de $110 H^2O^2$, et aux sept huitièmes, en présence d'un poids d'eau décuple (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1006).

» Quant aux sels ammoniacaux formés par des acides forts, leur décomposition est trop faible pour être sensible au thermomètre; mais on la manifeste par d'autres épreuves. On sait en effet que les dissolutions des sulfate, chlorhydrate, azotate d'ammoniaque offrent une légère réaction acide,

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1051.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1474; LXXIV, p. 122.
(3) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 864 et 867.

indice d'une décomposition commencée sous l'influence de l'eau ; mais elle ne surpasse pas un à deux dix-millièmes du poids du sel.

» On peut la rendre plus nette en séparant l'ammoniaque par distillation. En opérant sur 10 grammes de sel dissous dans 250 centimètres cubes d'eau, et en recueillant l'eau qui distille jusqu'à réduction à moitié, les essais alcalimétriques de la liqueur distillée, qui est alcaline, et de la portion fixe, qui est acide, permettent de mesurer la décomposition; en même temps les deux essais se contrôlent l'un l'autre, dans la limite d'erreur que comportent des mesures aussi délicates. J'ai trouvé que la décomposition s'élève dans ces circonstances :

Pour le chlorhydrate..........	à un millième;
Pour l'azotate...............	à deux millièmes environ;
Pour le sulfate..............	à cinq millièmes.

Elle est bien plus notable pour le benzoate et pour les sels organiques analogues, comme je l'ai vérifié.

» A la vérité, ces chiffres s'appliquent à une température de 100 degrés; mais la réaction acide des sels ammoniacaux ne permet guère de douter que la décomposition n'ait déjà lieu à la température ordinaire.

» 4. Ces faits établis, mettons le sulfate (ou l'azotate, ou le chlorhydrate) d'ammoniaque en présence de l'eau et d'un carbonate alcalin. Quelques dix-millièmes du premier sel se trouvent décomposés par l'eau seule en acide sulfurique libre et ammoniaque, tenus en équilibre par l'action antagoniste de l'eau et du sel neutre; mais l'addition du carbonate de potasse trouble cet équilibre, l'acide sulfurique libre ne pouvant subsister en sa présence, parce que la formation du sulfate de potasse dégage plus de chaleur que celle du carbonate. Aussi le dernier sel est-il décomposé complétement par l'acide sulfurique libre équivalent, même dans les solutions étendues, comme le prouvent les phénomènes thermiques (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 480).

» Cependant l'équilibre entre l'eau, le sulfate d'ammoniaque et les composants de ce sel régénère aussitôt une nouvelle dose d'acide sulfurique libre, qui se change encore en sulfate de potasse aux dépens du carbonate, et ainsi de suite jusqu'à transformation complète ou à peu près. L'ammoniaque mise en liberté simultanément n'empêche pas le jeu de ces transformations, parce qu'elle forme elle-même avec l'acide carbonique du carbonate d'ammoniaque, ou plus exactement un système en équilibre renfermant les deux carbonates d'ammoniaque normaux, de l'eau et de l'ammoniaque libre (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1006); l'action de cette

dernière est affaiblie à la fois par sa moindre proportion et par l'action antagoniste du bicarbonate.

» Il résulte de ces faits et de ces raisonnements que le sulfate d'ammoniaque et le carbonate de potasse, mis en présence de l'eau, doivent se changer presque entièrement en sulfate de potasse et carbonate d'ammoniaque : conclusion confirmée par les expériences thermiques.

» 5. Un mécanisme semblable explique les doubles décompositions des sels métalliques. Par exemple, le thermomètre indique que les sulfate et azotate ferriques (1), mis en présence de l'eau et de l'acétate de soude, se changent à peu près complétement en sulfate de soude et azotate de soude. Cette réaction est une conséquence de l'état de décomposition partielle des sels ferriques dissous (2) : de là résulte une certaine proportion d'acide sulfurique ou azotique libre, laquelle déplace complétement l'acide acétique équivalent dans l'acétate de soude dissous (3), conformément au résultat obtenu par des essais directs; on rentre ainsi dans la même chaîne de réactions que pour les sels ammoniacaux, laquelle aboutit de même à une double décomposition à peu près totale.

» De même pour les sulfates, chlorures, azotates de zinc, de cuivre, et pour l'azotate de plomb, en présence des acétates alcalins; mais il est inutile d'insister.

» 6. Tous ces déplacements sont la conséquence de la formation du sel qui dégage le plus de chaleur entre tous ceux dont la production est possible. Cette même formation règle, comme je l'ai montré (4), les actions des acides sur les sels dans leurs dissolutions. Si le sel qui dégage le plus de chaleur est stable en présence de l'eau, sa formation est complète, comme il arrive dans la réaction des acides chlorhydrique et azotique sur les carbonates ou sur les acétates; mais s'il éprouve une décomposition partielle sous l'influence de l'eau, ce qui est le cas des bisulfates, sa formation est limitée, et elle a lieu précisément dans la proportion réglée par la stabilité du sel. La décomposition des sulfates neutres par les acides chlorhydrique et azotique peut être ainsi constatée, expliquée et même calculée dans ses proportions relatives.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 122.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 51.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 436 et 483.

(4) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 435, 480, 538, 583.

» 7. C'est donc là une règle générale, applicable aux solutions salines; elle fournit de nouvelles vérifications d'un principe de thermochimie que j'ai énoncé il y a quelques années (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVIII, p. 103), lequel conduit à la conséquence suivante :

» Tout changement chimique, accompli sans l'intervention d'une énergie étrangère, tend vers la production du corps ou du système de corps qui dégage le plus de chaleur. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les carbures polypropyléniques;* Note de M. **Prunier**, présentée par M. Bussy.

« Ces carbures prennent naissance lorsqu'on traite le bromure de propylène par l'hydrogène naissant. En étudiant l'action de cet agent sur le bromure de propylène bouillant de 138 à 143 degrés, dans le but de régénérer le propylène, on a successivement mis en œuvre l'acide chlorhydrique et le zinc, l'acide acétique et le zinc, enfin l'amalgame de sodium.

» En opérant de cette manière, on régénère en effet le propylène; mais avec l'acide acétique le rendement est notablement inférieur à celui qu'indique la théorie. De plus, la température du ballon s'élève notablement, bien qu'on évite de le chauffer.

» Après quelques recherches destinées à découvrir la cause du déficit ainsi constaté, on a fini par retirer des résidus une quantité notable d'un liquide visqueux, d'une densité peu inférieure à celle de l'eau et doué d'une odeur pénétrante analogue à celle de l'alcool méthylique impur. Ce liquide, soigneusement desséché, s'attaque violemment par le brome, et la presque totalité se transforme en un bromure très-dense, visqueux et en partie cristallisable. Soumis à la distillation fractionnée, il s'est réparti en une série de coupes assez mal délimitées, mais dont les portions principales se trouvaient espacées à 60 ou 70 degrés les unes des autres.

» Le premier liquide passait vers 70-80 degrés; il est mobile, incolore et faiblement odorant. On a continué l'opération jusqu'à 350 degrés en obtenant de petites quantités de produits, en sorte que, arrivé à cette température, la moitié au moins du liquide en expérience n'avait point encore distillé. Toutefois vers 330-340 degrés passait, en proportion relativement considérable, un corps presque incolore, légèrement visqueux, qui a été soumis à l'analyse. Ce corps représentait, en volume, environ le cinquième du produit brut. Il est un peu plus léger que l'eau.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

I. 0gr,559 de matière ont fourni :		II. 0gr,418 de matière ont fourni :	
Acide carbonique ...	1gr,739	Acide carbonique....	1gr,312
Eau..............	0gr,723	Eau..............	0gr,526

En centièmes :

	Calculé.	Trouvé. I.	Trouvé. II.
C...... .	85,7	84, 8	85,4
H........	14,3	14,36	14,0
	100,0		

» Cette analyse prouve que le carbure examiné répond à la formule $C^{36}H^{36}$. Son origine indique que c'est un polymère du propylène $C^{6n}H^{6n}$, les divers polymères de cette formule prenant naissance simultanément dans la réduction du bromure.

» Le carbure, volatil aux environs de 70 degrés, est probablement un dipropylène $(C^6H^6)^2$; son point d'ébullition se rapproche de celui de l'hydrure d'hexylène.

» Quant au carbure que j'ai analysé, son point d'ébullition répond approximativement à un hexapropylène $(C^6H^6)^6$; il appartient à la même série que les carbures polypropyléniques tétrapropylène $(C^6H^6)^4$ et pentapropylène $(C^6H^6)^5$ signalés par M. Berthelot (1), qui les avait obtenus dans la réaction de l'acide sulfurique concentré sur le propylène.

» Les produits volatils au-dessus de 350 degrés que j'ai observés représentent des polymères d'une condensation encore supérieure à $(C^6H^6)^6$, et montrent l'énergie de la réaction. Il m'a paru intéressant de noter la formation de ces polymères dans un milieu réducteur, à basse température et en présence d'un acide faible, comme l'acide acétique.

» Ces expériences ont été faites au laboratoire de Chimie organique de l'École de Pharmacie. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés antifermentescibles du silicate de soude;* 3e Note de M. PICOT, de Tours. (Extrait.)

« Cette Note a pour objet de montrer : 1° l'action physiologique du silicate de soude; 2° son effet sur les fermentations que l'on peut produire

(1) *Bulletin de la Soc. Chim.*, 1869, 1er semestre, p. 12.

expérimentalement dans l'organisme; 3° les résultats qu'il procure dans le traitement de la septicémie expérimentale.

I. — Action physiologique du silicate.

» A. *Pénétration du sel par les voies digestives.* — Jusqu'à la dose de 25 centigrammes, les lapins du poids de 1800 à 2300 grammes ne m'ont rien manifesté de particulier. A partir de 25 centigrammes, l'animal ne mange pas et perd de son poids. Avec 50 centigrammes, la diarrhée se manifeste; un état fébrile se maintient pendant deux ou trois jours.

» Au-dessus de 50 centigrammes, les accidents augmentent; il y a fièvre, parfois élévation de température de $1\frac{1}{2}$ à 2 degrés. L'appétit est perdu; il y a diarrhée. Jusqu'à 75 centigrammes, les lapins résistent presque tous; quelques-uns meurent, un sur dix; les autres mettent cinq à sept jours à se rétablir. Les mouvements respiratoires s'élèvent à 120 ou 150 par minute (six lapins).

» Au-dessus de 75 centigrammes, la température peut s'élever de 39 degrés à 41°,5. La diarrhée existe toujours. A 1 gramme, tous les lapins meurent.

» Les *autopsies* accusent une rougeur intense de l'estomac et des intestins. Les globules du sang sont petits, ratatinés, avec des déformations et des déchiquetures profondes.

» B. *Injections hypodermiques.* — Les effets produits sont locaux et généraux : 1° *Locaux.* Au bout de vingt-quatre heures, on constate, dans la partie où s'est faite l'injection, une tumeur dure qui durcit de plus en plus. Après trois jours, cette tumeur a atteint la peau qui la recouvre, et il y a formation d'une véritable eschare excessivement dure et d'un gris noirâtre. Elle se détache au bout de huit à dix jours, et souvent sans être accompagnée de suppuration. 2° *Généraux.* Ils varient avec la dose. Jusqu'à 25 centigrammes, les manifestations sont peu sensibles. A partir de 25 centigrammes jusqu'à 50, on constate la rapidité des mouvements respiratoires, la prostration et l'élévation de température qui va jusqu'à 1 degré et 1°,5; aucun animal, sur huit mis en expérience, n'a succombé; la durée de la maladie a été de quatre à six jours. Au-dessus de 50 centigrammes jusqu'à 60 centigrammes, la moitié des animaux succombent (quatre lapins); les symptômes sont les mêmes; à l'autopsie, on ne trouve que des déformations globulaires dans le sang. Les animaux meurent en vingt-

quatre et quarante-huit heures. Ceux qui survivent mettent six et huit jours à se rétablir.

» C. *Injections dans les veines.* — Deux chiens ont subi les injections veineuses. L'un pesait 6 kilogrammes; il a reçu 75 centigrammes du sel, il est mort en vingt-quatre heures. Le second a reçu 1 gramme; il pesait 7 kilogrammes, il est mort en trente heures. Symptômes et lésions analogues à ceux qui ont été cités pour les lapins.

II. — Effets sur les fermentations produites expérimentalement dans l'organisme.

Expérience : Dans la jugulaire externe d'un chien du poids de 15^{kg},8, j'injecte : 1° 20 grammes de glucose; 2° 2 grammes de levûre de bière; 3° 0^{gr},50 de silicate. Toutes les précautions sont prises pour éviter la pénétration de l'air. Le chien meurt après quinze heures; il a vomi des matières sanguinolentes, a eu une diarrhée sanguinolente (expérience de M. Cl. Bernard). L'autopsie ne révèle que les lésions habituelles des globules rouges.

III. — Traitement de la septicémie expérimentale.

1° *Silicate par injections hypodermiques.*

Avec du sang de bœuf abandonné à l'air pendant deux jours et dégageant alors une odeur putride, renfermant les points mobiles et les bactéries de la putréfaction (*bacterium punctum, bacterium bacillus*), est faite une *première série.*

Lapin n° 1, poids 1670 grammes; t. 40 degrés. Injection de 1 centimètre cube de sang. — Lapin n° 2, poids 2360 grammes; t. 38°,5. Injection de 1 centimètre cube de sang et de 0^{gr},25 de silicate. — *Résultats :* Le lapin n° 1 meurt en trente-six heures environ, avec 1 degré d'élévation de température. — Le lapin n° 2 meurt en cinquante-six heures environ, avec 3 degrés d'élévation de température. — Les autopsies montrent les mêmes lésions : abcès multiples du foie; globules rouges déformés, pas d'infusoires dans le sang.

Deuxième série. — Le sang du lapin n° 1 est injecté à la dose d'un demi-centimètre cube. — Lapin n° 3, poids 1150 grammes; t. 39 degrés. Injection de sang. — Lapin n° 4, poids 2240 grammes; t. 39 degrés. Injection de sang, puis de 0^{gr},25 de silicate. — *Résultats :* Le lapin n° 3 meurt en moins de seize heures, avec 2°,8 d'élévation de température. — Le lapin n° 4 meurt en vingt heures, avec 2°,5 d'élévation de température. — Autopsies : abcès multiples du foie, déformations globulaires, pas d'infusoires dans le sang.

Troisième série, injections du sang du lapin n° 3. — Dose $\frac{1}{4}$ de centimètre cube. — Lapin n° 5, poids 1955 grammes; t. 39°,5. Injection de sang. — Lapin n° 6, poids 1705 grammes; t. 39°,5. Injection de sang et de silicate, 0^{gr},25. Après seize heures, injection nouvelle de 0^{gr},25 de silicate. — Lapin n° 7, poids 1850 grammes; t. 39 degrés. Injection de sang et de 0^{gr},50 de silicate. — Lapin n° 8, poids 2050 grammes; t. 39 degrés. Injection de sang et de 0^{gr},50 de silicate. Après vingt-quatre heures, nouvelle injection de 0^{gr},25 de silicate. — *Résultats :* Lapin n° 5 mort en vingt-huit heures environ, avec élévation de 2°,5 de température. — Lapin n° 6 mort en vingt-huit heures environ, avec élévation de 2 degrés de température. — Lapin n° 7 mort en vingt-huit heures environ, avec élévation de 2°,5 de température. — Lapin n° 8 mort en moins de trente heures, avec élévation de 2°,5 de température. — Autopsies semblables aux précédentes.

2° *Silicate par les voies digestives.*

Quatrième série, injection du sang du lapin n° 5. — Dose, une goutte. — Lapin n° 9, poids 2125 grammes; t. 40 degrés. Injection de sang — Lapin n° 10, poids 2255 grammes; t. 39°,5. Il avale 0^{gr},25 de silicate. Après quatre heures, il avale de nouveau 0^{gr},25 de silicate et en même temps injection de sang. — *Résultats :* Lapin n° 9 mort en vingt-neuf heures environ, avec élévation de 1°,8 de température. — Lapin n° 10 mort en dix-neuf heures, après l'injection de sang, avec élévation de 1°,8 de température.

Cinquième série, injections du sang du lapin n° 9. — Dose $\frac{1}{2}$ goutte. — Lapin n° 11, poids 1825 grammes; t. 39°,6. Injection de sang. — Lapin n° 12, poids 1945 grammes; t. 39°,6. Injection de sang. Il avale 0^{gr},25 de silicate. Après vingt et une heures, il avale de nouveau 0^{gr},25 de silicate. — *Résultats :* Lapin n° 11 mort en vingt-six heures environ, avec 2°,2 d'élévation de température. — Lapin n° 12 mort en trente-trois heures environ, avec 2°,1 d'élévation de température. — Autopsies semblables aux précédentes.

Sixième série, injections du sang du lapin n° 11. — Dose $\frac{1}{4}$ de goutte. — Lapin n° 13, poids 2010 grammes; t. 38°,5. Injection de sang. — Lapin n° 14, poids 2078 grammes; t. 39°,8. Il avale 0^{gr},25 de silicate. Après cinq heures, il avale de nouveau 0^{gr},25 de silicate. Après trente-trois heures du début, injection de sang. — Lapin n° 15, poids 1918 grammes; t. 39°,5. Il avale 0^{gr},25 de silicate. Après trente-trois heures, il avale de nouveau 0^{gr},25 de silicate. Après dix-sept heures, il avale encore 0^{gr},25 de silicate. Après soixante-sept heures du début, injection de sang. Après neuf heures, il avale encore 0^{gr},25 de silicate. — *Résultats :* Lapin n° 13, mort en vingt-neuf heures environ, avec 4°,3 d'élévation de température. — Lapin n° 14, mort en vingt-neuf heures environ, après l'injection, avec 2°,2 d'élévation de température. — Lapin n° 15, mort en douze heures environ, après l'injection, avec 0°,8 d'élévation de température.

Septième série, injections du sang du lapin n° 13. — Dose $\frac{1}{10}$ de goutte. — Lapin n° 16, poids 2085 grammes; t. 39 degrés. Injection de sang. — Lapin n° 17, poids 2025 grammes; t. 39°,8. Injection de sang. Il avale 0^{gr},25 de silicate. — *Résultats :* Lapin n° 16, mort en vingt-huit heures environ, avec 1°,5 d'élévation de température. — Lapin n° 17, mort en vingt-huit heures environ, avec 1°,8 d'élévation de température.

Huitième série, injections du sang du lapin n° 16. — Dose $\frac{1}{100}$ de goutte. — Lapin n° 18, poids 1940 grammes; t. 40 degrés. Injection de sang. — Lapin n° 19, poids 1780 grammes; t. 40 degrés. Injection de sang. Il avale 0^{gr},25 de silicate. Après dix-sept heures, il avale de nouveau 0^{gr},25 de silicate. — *Résultats :* Lapin n° 18, mort en vingt-trois heures environ, avec 1°,9 d'élévation de température. — Lapin n° 19, mort en vingt-trois heures environ, avec 1°,9 d'élévation de température.

Neuvième série, injections du sang du lapin n° 18. — Dose $\frac{1}{400}$ de goutte. — Lapin n° 20, poids 1825 grammes; t. 39°,1. Injection de sang. — Lapin n° 21, poids 2420 grammes; t. 39 degrés. Injection de sang. Il avale 0^{gr},25 de silicate. — Après sept heures, il avale de nouveau 0^{gr},25 de silicate. — *Résultats :* Lapin n° 20, mort en moins de huit heures. Il a été impossible de constater l'élévation de température. — Lapin n° 21, mort en onze heures environ, avec 1°,6 d'élévation de température.

Dixième série, injections du sang du lapin n° 20. — Dose $\frac{1}{5000}$ de goutte. — Lapin n° 22, poids 1550 grammes; t. 39 degrés. Injection de sang. — Lapin n° 23, poids 2005 grammes; t. 39°,5. Injection de sang. Il avale 0^{gr},25 de silicate. Après deux heures, il avale de nou-

veau $0^{gr},25$ de silicate. — *Résultats :* Lapin n° 22, mort en six heures. Température non constatée. — Lapin n° 23, mort en environ dix heures, avec 2 degrés d'élévation de température.

» CONCLUSIONS. — A. *Action physiologique.* Quel que soit le mode d'administration du silicate, c'est une substance énergique. Il tue toujours, à la dose de 1 gramme, les lapins auxquels on la donne. La principale manifestation qu'il détermine est la tendance à l'asphyxie, reconnaissant pour cause la destruction des globules rouges. Il donne de la fièvre, et, lorsqu'il est administré par les voies digestives, il provoque la diarrhée.

» B. *Action sur les fermentations produites artificiellement dans l'organisme.* Le silicate n'empêche pas la mort des animaux auxquels on injecte du glucose et de la levûre de bière.

» C. *Action sur la septicémie expérimentale.* Le silicate n'a aucun effet, soit qu'on sature l'animal de silicate avant l'injection putride, soit qu'on fasse absorber ce sel par une voie quelconque au moment de l'injection, soit qu'on l'administre à plusieurs reprises à un animal injecté; la mort se produit également, les mêmes phénomènes symptomatiques existent et l'autopsie révèle les mêmes lésions.

» Ce qu'il y a de surprenant ici, c'est qu'un sel susceptible d'arrêter la putréfaction en dehors de l'économie soit sans influence sur la septicémie, qui est considérée de nos jours par bon nombre de savants comme une véritable fermentation putride du sang.

» Mes expériences septicémiques m'ont fourni des faits qui sont en désaccord avec les théories régnantes. J'aurai l'honneur d'en faire part à l'Académie dans une Note nouvelle (1).

PHYSIQUE. — *Examen spectroscopique de la chlorophylle dans les résidus de la digestion;* Note de M. **J. Chautard.** (Extrait.)

« Les résultats que j'ai communiqués à l'Académie dans ma dernière Note (*Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 1836) se rattachent à un travail plus général, dont j'extrais encore aujourd'hui quelques faits.

» Les indications dont j'ai fait usage dans cette Note et dans celle d'aujourd'hui n'auraient aucune valeur, si je ne disais au préalable les points

(1) Les faits indiqués par M. Picot, dans la Note actuelle, offrent de nombreuses analogies avec ceux qui ont été déjà signalés par MM. Rabuteau et F. Papillon dans diverses Communications. (*Note du Secrétaire perpétuel.*)

qui m'ont servi de repères. Le micromètre de mon spectroscope est divisé en 150 divisions, dont la 40e correspond à la raie D de la soude; le n° 10 coïncide à peu près avec la raie A de Fraünhofer, et le n° 150 avec la raie H. Partant de là, il sera toujours facile de rendre les observations comparables.

» Ainsi que je l'ai fait remarquer dans ma première Communication, la bande noire que présente le spectre de la chlorophylle, dans la partie moyenne du rouge, c'est-à-dire entre les raies B et C de Fraünhofer, est d'une persistance telle, que l'on peut arriver à reconnaître la présence de cette substance dans une solution qui n'en contient que $\frac{1}{10000}$ de son poids. Grâce à cette sensibilité et à cette sûreté du procédé spectroscopique, j'ai pu trouver aisément dans les résidus de la digestion la chlorophylle et m'assurer qu'elle n'avait ainsi éprouvé d'autre altération que celle que le temps ou les acides lui font subir naturellement.

» En traitant les excréments humains ou ceux de divers animaux par l'alcool, on obtient une liqueur colorée qui absorbe d'une manière assez complète les couleurs les plus réfrangibles du spectre, en même temps que dans le rouge moyen et dans l'orangé apparaissent deux des raies spécifiques de la chlorophylle. La région verte est souvent traversée par une bande noire qui semble dépendre du spectre de la bile, toujours plus ou moins mêlée aux fèces. L'intensité et la largeur de cette dernière bande varient beaucoup suivant certaines circonstances physiologiques ou pathologiques faciles à prévoir.

» Les animaux dont j'ai examiné les produits sont le cheval, la vache, le mouton, le chien, le chat, le lapin, les poules. Tous ont fourni deux des raies caractéristiques de la chlorophylle; mais, chez les herbivores, le phénomène s'est manifesté avec une netteté infiniment plus grande que chez les omnivores. Avec tous, il est facile de faire varier les apparences, en modifiant le régime alimentaire. Ainsi, en nourrissant un chien et un chat exclusivement de viande, pendant plusieurs jours, on arrive à diminuer l'intensité de la raie noire du rouge (la seule qui persiste alors que les autres se sont déjà éteintes) et même à la faire disparaître complétement. Des poulets élevés en liberté dans un jardin et d'autres nourris en endroits clos, avec du son ou du grain, m'ont présenté des différences analogues. Chez les herbivores, et le lapin en particulier, cette disparition n'a jamais lieu complétement. Ayant soumis pendant quinze jours des lapins à un régime alimentaire dépourvu de chlorophylle (pomme de terre, carotte, etc.), j'ai toujours retrouvé une raie noire dans les produits examinés, résultat

qui correspond à un fait connu des physiologistes, à savoir que le tube digestif d'un lapin, même après un jeûne rigoureux de plusieurs jours, ne se vide jamais complétement, tandis que, chez les omnivores, l'évacuation intestinale finit toujours, avec le temps, par devenir à peu près complète.

» J'ai reconnu également, dans la teinture alcoolique de cantharides, quelques-unes des raies de la chlorophylle, et spécialement celles du rouge et de l'orangé. Cette liqueur, préparée suivant les prescriptions du *Codex*, est d'un vert brunâtre assez foncé. Soumise à l'action du prisme, elle fournit plusieurs raies magnifiques, rappelant tout à fait celles de la chlorophylle. Pour démontrer que cette apparition était bien due à la présence des débris de feuilles dont s'étaient nourris ces petits animaux, j'ai examiné séparément deux teintures préparées, l'une avec les élytres seules, l'autre avec le reste du corps, et principalement l'abdomen de l'insecte. La première était à peine colorée et n'a pas donné de résultat appréciable; la seconde, fortement teintée, a fourni de prime abord, au milieu du rouge, une raie noire nettement accentuée, dont on a pu obtenir le dédoublement par l'action de la potasse, phénomène qui est un des caractères de la raie B de la chorophylle. D'autres insectes, notamment des hannetons secs, traités de la même manière, m'ont fourni des résultats analogues.

» Ces résultats me semblent avoir quelque intérêt pour la Physiologie, la Médecine légale, etc. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Observations relatives à une Communication récente de M.* Chautard, *sur les bandes d'absorption de la chlorophylle;* par M. A. Millardet. (Extrait.)

« Au mois de mars 1868, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie le résultat de recherches sur la chlorophylle, exécutées en collaboration avec M. G. Kraus.

» Dans une Communication récente (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1836), M. Chautard étudie les bandes d'absorption que présente une solution alcoolique fraîche de chlorophylle normale; il décrit ensuite les variations que manifestent ces bandes pour une solution de chlorophylle altérée, et termine par quelques conclusions pratiques et physiologiques. Je ferai remarquer qu'il existe déjà, sur les caractères spectroscopiques de la chlorophylle et de ses dérivés, un très-grand nombre de travaux. Le plus an-

cien paraît être celui de Brewster, il remonte à l'année 1834; les plus récents et les plus remarquables sont dus à MM. Kraus (1) et Hagenbach (2).

» Les bandes noires indiquées par M. Chautard avaient été aperçues par Brewster, dès 1834. Il est prouvé maintenant par un très-grand nombre de travaux, notamment par ceux de MM. Kraus et Hagenbach, que la solution alcoolique de chlorophylle normale est caractérisée par sept bandes d'absorption. La première que l'on rencontre, en allant du rouge au violet, est la plus caractéristique; elle est située entre les raies B et C de Fraünhofer; la deuxième, entre C et D; la troisième et la quatrième, entre D et E; la cinquième au delà de F; la sixième coïncide presque avec la raie G; enfin la septième occupe l'extrême violet (3).

» En ce qui touche au spectre de la même solution alcoolique de chlorophylle altérée par « les acides organiques ou quelques gouttes d'acide chlorhydrique », M. Chautard admet comme caractéristiques de cette solution quatre bandes d'absorption. M. Kraus a réfuté une assertion analogue de M. Askenasy, et montré qu'il existe en réalité sept bandes différentes et d'une position déterminée, caractéristiques de ce genre de solutions (4).

» De plus, ce dernier auteur a déterminé, avec la plus grande précision, l'analogie qui existe entre les phénomènes d'absorption que présentent les solutions altérées dont il vient d'être question, et ceux que manifestent des solutions alcooliques de préparation ancienne.

» Il est vrai, comme le dit M. Chautard, qu'il n'est point difficile de distinguer au spectroscope une alcoolature fraîche d'une autre de même espèce de préparation ancienne, ou d'une teinture obtenue de feuilles desséchées; mais le spectroscope est parfaitement inutile pour cela, la simple vue suffit et donne des résultats tout aussi précis. Les personnes qui savent combien l'altération de la chlorophylle est tout à la fois rapide et variable, suivant les circonstances, sauront apprécier jusqu'à quel point il est possible de déterminer « l'état et la date » des préparations officinales dans lesquelles on rencontre cette matière colorante.

» Enfin M. Chautard tire de son travail des conclusions d'ordre physiologique. L'identité de la chlorophylle a été démontrée pour tous les végé-

(1) G. Kraus, *zur Kenntniss der Chlorophyll farbstoffe und ihrer Verwadten*. Stuttgart, 1872.

(2) Hagenbach, *Annales de Poggendorff*, 1870.

(3) *Voir*, pour plus de détails, les Mémoires cités.

(4) Mémoire cité.

taux capables d'assimiler, et j'ai la confiance que mes recherches personnelles ont contribué à ce résultat. En conséquence, il est inadmissible que le rang qu'occupe une plante dans la classification, le climat, la température, l'exposition, le sol, exercent sur la composition de ce pigment la moindre influence. J'ajouterai, en terminant, qu'il me semble superflu de constater par l'examen spectroscopique « les altérations éprouvées par les végétaux poussant dans le voisinage des émanations acides des grandes usines de produits chimiques, et de préciser pour ainsi dire le cercle d'action de ces dernières ». Il suffit de savoir que, là où la chlorophylle éprouvera la moindre altération, l'assimilation cessera, et avec elle toute végétation. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Exercices des actions mécaniques dans l'astre, aujourd'hui détruit, d'où dérivent les météorites;* Note de M. STAN. MEUNIER, présentée par M. Daubrée.

« La substance de diverses météorites présente des traces de phénomènes mécaniques, déjà signalées à maintes reprises. Au point de vue de la Géologie comparée, il y a tout intérêt à rechercher si ces traces existent indistinctement sur tous les types de roches cosmiques, ou si, par leur localisation sur certains d'entre eux, elles ne peuvent pas spécifier en quelque façon le *régime géologique* de ces types.

» Parmi les *holosidères*, nous devons rapporter à des étirements le long de failles la déformation que présentent en divers points les figures de Widmanstætten de plusieurs fers. On va voir que la comparaison de cette déformation avec les faits présentés par les pierres donne beaucoup de vraisemblance à cette supposition. Parmi les masses où le fait en question peut être observé, il faut citer l'échantillon du fer météorique de Caille, enregistré dans les catalogues du Muséum sous le signe 2.Q.336.

» On retrouve de très-belles surfaces de glissement chez certains *syssidères*, et spécialement dans le fer d'Atacama (2.Q.407) dont l'origine filonienne a été l'objet d'une précédente Communication (1).

» Mais c'est surtout parmi les *sporadosidères-oligosidères* que ces accidents sont fréquents; c'est là aussi que leur étude est particulièrement instructive, et je vais y revenir dans un moment.

» Cette fréquence contraste avec l'absence de toute trace d'action méca-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 588.

nique chez les *polysidères* et chez les *kryptosidères*, et justifie pleinement au point de vue géologique ces divisions, que M. Daubrée a, comme on sait, établies d'après des considérations toutes différentes (1).

» Les *asidères* n'ont présenté jusqu'ici aucun accident du genre de ceux qui vont m'occuper.

» En somme, on voit que, parmi les pierres météoriques, les sporadosidères-oligosidères sont seuls à offrir des traces d'actions mécaniques. Il y a plus : ces traces ne paraissent pas exister indifféremment dans tous les types rentrant dans cette division : la montréjite, la mesminite, l'erxlébénite, etc., ne les ont pas présentées; elles sont au contraire plus ou moins fréquentes dans l'aumalite, la chantonnite, la lucéite, la limérickite, la canellite, la parnallite, l'aiglite, etc.

» Étudiés dans ces derniers types, les accidents mécaniques des météorites se présentent sous trois formes qui ont été souvent confondues entre elles, et qui résultent, comme on va le voir, d'actions géologiques différentes.

» Ce sont :

» 1° Des surfaces s'accusant sur les cassures par de très-fines *lignes* noires, qui traversent fréquemment les échantillons de part en part et présentent tous les caractères de failles;

» 2° Des *surfaces frottées*, de longueur en général peu considérable, s'entre-croisant en tous sens, déterminant souvent la rupture des fragments qui nous parviennent, et rappelant sous tous les rapports les surfaces polies si fréquentes dans les serpentines;

» 3° Des *marbrures* noires qui ont fixé l'attention de beaucoup de minéralogistes et sur la nature desquelles on a longtemps hésité.

» Ces trois genres d'accidents, quoique distincts, sont très-habituellement en relations mutuelles, et dans certains cas ils passent insensiblement de l'un à l'autre. Ainsi les surfaces frottées se lient aux failles d'une manière intime, de façon que dans nos échantillons, vu la faible grosseur de ceux-ci, on ne peut parfois distinguer si c'est à l'un ou à l'autre de ces accidents qu'on a affaire. De même les veines noires se lient aux failles et aux surfaces frottées, en ce sens que c'est d'ordinaire le long de ces failles et de ces surfaces frottées qu'elles s'étendent. D'ailleurs la couleur noire de ces lignes de fractures en fait en quelque sorte de fines marbrures et met sur la voie de l'explication véritable de ces dernières.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXV, séance du 8 juillet 1867.

» Toutefois les caractères différentiels de ces diverses formes l'emportent sur leurs analogies.

» Avant tout, il importe de justifier le nom de *failles* donné plus haut aux fines lignes noires. Or, outre les caractères déjà connus qui les rapprochent de ces accidents de la géologie terrestre, je signalerai les *rejets* que parfois les lignes noires météoritiques se sont fait mutuellement éprouver.

» Le fait de ces rejets se montre d'une manière remarquablement nette sur les échantillons d'aumalite provenant de la chute de Château-Renard (Loiret) (12 juin 1841) et enregistrés sous le signe 2.Q.49. L'un de ces échantillons, qui sont au nombre de trois sous le même numéro, montre une faille qu'une seconde faille rejette de 47 millimètres. Un second offre un rejet du même genre, tout aussi net, mais de 7 millimètres seulement. Le troisième, le plus gros de tous, contient un grand nombre de failles dont beaucoup sont parallèles entre elles et qui sont accompagnées de nombreux rejets.

» L'aumalite, tombée à Girgenti, en Sicile, le 10 février 1853, présente de même (échantillon 2 Q, 334) des rejets très-nets. Dans l'échantillon 2 Q, 302 de la même chute, on voit une faille ramifiée s'arrêter brusquement à une autre faille droite; le rejet est encore évident, bien que la portion rejetée ne soit pas visible, n'étant point contenue dans l'échantillon.

» Dans la lucéite tombée à Aumières (Lozère), le 4 juin 1842 (2 Q, 145), on observe un système de failles rejeté tout entier de plusieurs centimètres par une faille transversale.

» On pourrait citer un très-grand nombre d'exemples tout à fait pareils dans beaucoup d'autres échantillons de ces roches, provenant de chutes diverses.

» Dans tous les cas, et par exemple dans le gros fragment de Château-Renard cité plus haut, on remarque que les failles sont d'autant plus noires que les rejets sont plus grands, et par conséquent que l'effort mécanique, éprouvé par la roche, a été plus considérable. C'est donc la preuve, conformément aux faits développés dans un Mémoire antérieur, que la coloration noire résulte de l'échauffement local, déterminé par le glissement des deux parois de la faille.

» Les surfaces frottées proprement dites, qui caractérisent par exemple la chantonnite, doivent être séparées des failles, non-seulement à cause de leur aspect, mais parce qu'elles résultent évidemment de phénomènes différents. Au lieu d'être dues à de grandes fractures générales, elles sont causées par une série nombreuse de concassements en tous sens. Leur identité

avec les surfaces polies des serpentines donnent à la chantonnite un faciès éruptif qui a déjà été signalé. Les marbrures noires qui les accompagnent très-souvent témoignent de la chaleur considérable dont leur production a été contemporaine.

» Comme la chantonnite, la limérickite est abondamment pourvue de surfaces frottées, et il en résulte une application utile au point de vue de la spécification des types lithologiques de roches météoritiques. J'ai précédemment indiqué (1) le caractère ambigu de la météorite d'Ohaba (Siebenbourg) (10 octobre 1857), par rapport à la montréjite et à la limérickite. Au point de vue lithologique, il y a presque autant de raison pour comprendre la météorite en question dans l'un ou dans l'autre de ces deux types. Mais il n'en est plus de même, si l'on fait intervenir les considérations qui viennent de nous occuper : la pierre d'Ohaba, présentant une magnifique surface frottée, comme la limérickite, et contrairement à la montréjite, qui n'en offre jamais, c'est du premier de ces types qu'elle doit évidemment être rapprochée.

» Enfin les marbrures noires se présentent rarement seules, et, dans ce cas, on doit présumer, d'après les faits observés, que, si l'échantillon était un peu plus grand, il comprendrait des surfaces frottées ou des failles. Quand ces surfaces frottées existent, leur liaison avec les marbrures est, comme je l'ai déjà dit, évidente : celles-ci en rayonnent pour ainsi dire. Le fait se voit très-bien, outre un grand nombre d'autres exemples, sur l'échantillon 2 Q, 144 de la chute de Salles (Rhône) (8 mars 1798), et sur l'échantillon 2 Q, 180 de la chute de Chantonnay (Vendée) (5 août 1812).

» Lorsque des surfaces frottées restent peu distantes l'une de l'autre, la zone intermédiaire est fréquemment métamorphisée d'une manière complète, au point que des écailles, enlevées dans ces régions, auraient tous les caractères de la tadjérite. C'est par exemple ce que montre la chantonnite tombée à Mexico (îles Philippines), en 1859 (2 Q, 381). Et l'on voit que le métamorphisme de l'aumalite a eu lieu dans le gisement originel des météorites par deux procédés tout à fait distincts : d'une part, l'échauffement dû à l'injection du fer fondu, comme le montre le dyke de Deesa, et, d'autre part, l'échauffement causé par la friction énergique de fragments pierreux les uns contre les autres, ainsi qu'on l'observe dans la plupart des échantillons de chantonnite. Dans ce dernier cas, l'épaisseur de la zone noire, le long des failles et des surfaces frottées, pourra peut-être, à la suite

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 134.

d'expériences, permettre d'apprécier la valeur des actions mécaniques dont il s'agit.

» Quoi qu'il en soit, on voit, au point de vue où nous sommes placés, les météorites oligosidères se répartir en trois groupes caractérisés chacun par un régime géologique particulier.

» Le premier groupe, formé par la montréjite, l'erxlébénite, etc., comprend des roches qui paraissent avoir échappé à toute action mécanique du genre de celles décrites plus haut, autant du moins qu'on en peut juger par les petits échantillons dont nous disposons.

» Dans le deuxième groupe se trouvent des roches qui, comme l'aumalite et la lucéite, présentent de longues failles fines, souvent accompagnées de rejets plus ou moins considérables. La lucéite diffère de l'aumalite en ce que les failles y sont d'ordinaire plus fines et plus nombreuses, ce qui tient peut-être à sa plus grande fragilité.

» Enfin la chantonnite et le limerickite, avec leurs surfaces frottées et leurs marbrures noires, constituent un dernier groupe qui se rapproche naturellement par son allure générale des roches éruptives terrestres. »

GÉOLOGIE. — *Sur le terrain jurassique de Madagascar;* Note de M. P. Fischer, présentée par M. Daubrée.

« Les dépôts secondaires de Madagascar paraissent occuper une portion très-importante de cette grande île.

» Dans son premier voyage, M. Grandidier n'avait recueilli que quelques moules de *Nerinæa*, provenant du bassin de la rivière de Saint-Augustin, à peu de distance de la côte ouest, entre Tulléar et le pays des Antanosses émigrés; mais les dernières explorations de ce voyageur ont complété l'étude du même gisement.

» Plus au nord du gisement à *Nerinæa*, à quinze ou vingt lieues de la côte ouest, entre Moroundava et le fort Ova de Zanzine, M. Grandidier a découvert un autre horizon de fossiles secondaires beaucoup plus important que le premier par le nombre des fossiles qu'il renferme, et qui permettra peut-être de hasarder des conjectures plus précises sur l'âge des dépôts secondaires de Madagascar.

» A. *Gisement de Tulléar.* — Calcaire jaune compacte, un peu argileux, non oolithique, avec débris spathiques de crinoïdes et de coquilles de gastéropodes. Les mollusques que j'y ai reconnus sont :

» 1° *Nerinæa leiogyra*, Fischer. Espèce conique, à base très-large, munie

de deux plis columellaires et d'un pli à la partie supérieure des tours. Les grands exemplaires atteignent 16 centimètres de longueur et 8 de largeur.

» 2° *Nerinæa*, petite espèce étroite, dont on ne possède qu'un moulage spathique.

» 3° *Natica*, moule d'une coquille de la taille des *Natica Clio*, d'Orbigny (oxford-clay); *N. canaliculata*, Morris et Lycett (grande oolithe), mais à ombilic plus ouvert.

» 4° *Natica*, moule d'une espèce de la taille et de la forme du *N. dubia*, Römer (kimmeridge).

» 5° *Cerithium*, coquille de grande taille, voisine du *C. Eribote*, d'Orbigny (oxford-clay).

» B. *Gisement de Moroundava*. — Calcaire oolithique jaunâtre, renfermant de nombreux polypiers et des mollusques dont la plupart ont été roulés dans de petits cours d'eau.

» 1° *Rhyncholites*, mandibule d'un très-grand céphalopode, rappelant par sa forme le *R. gigantea*, d'Orbigny (oxfordien supérieur).

» 2° *Ammonites fimbriatus*, Sowerby (lias).

» 3° *Ammonites*, exemplaire usé, du groupe de l'*A. heterophyllus*, Sowerby (lias).

» 4° *Ammonites*, fragment d'un spécimen, du groupe de l'*A. Parkinsoni*, Sowerby (oolithe inférieure).

» 5° *Cerithium*, petite espèce voisine du *C. Russiense*, d'Orbigny (oxford-clay).

» 6° *Alaria*, plusieurs espèces usées et incomplètes.

» 7° *Solarium*, voisine du *S. polygonum*, d'Archiac (grande oolithe).

» 8° *Natica canaliculata*, Morris et Lycett (grande oolithe).

» 9° *Trochus*, voisin du *T. Ibbetsoni*, Morris (grande oolithe).

» 10° *Astarte excavata*, Sowerby (oolithe inférieure).

» 11° *Astarte*, espèce du groupe des *A. depressa*, Munster (oxfordien); *minima*, Phillips (grande oolithe).

» 12° *Astarte*, très-petite coquille, du groupe des *A. Phillis* d'Orbigny (oxford-clay); *alta*, Goldfuss (lias).

» 13° *Nucula ovalis*, Zieten (lias).

» 14° *Rhynchonella tetraedra*, Sowerby (lias, oolithe inférieure).

» 15° *Rhynchonella concinna*, Sowerby (grande oolithe).

» Les polypiers, très-nombreux en échantillons, se réduisent néanmoins à trois espèces. Leur détermination a été faite par M. de Fromentel, dont la

compétence en ces matières est connue de tous les paléontologistes. Je me borne à donner un extrait des notes qu'il m'a envoyées.

» 16° *Montlivaultia trochoides*, Edwards et Haime (oolithe inférieure).

» 17° *Epismilia Grandidieri*, Fromentel ; polypier trochoïde, légèrement courbé à la base et couvert d'une épithèque plissée et complète, mais qui laisse entrevoir le système costal. Calice ovale et assez profond. Cloisons larges, courbées de la circonférence au centre, et épaissies près de la fossette columellaire. On compte 24 grandes cloisons subégales, 24 petites et 48 rudimentaires; en tout 96 ou 5 cycles complets. La fossette columellaire est allongée, très-étroite, réduite à une ligne; elle est oblique sur le grand axe du calice et mesure 6 millimètres de longueur. Hauteur du polypier : 45 millimètres; diamètre du calice : 15 millimètres sur 12.

» Cette espèce n'offre d'analogie qu'avec deux fossiles figurés par Milne Edwards et Haime (1), l'un sous le nom de *Zaphrentis Waltoni* (bajocien), l'autre sous le nom de *Cyathophyllum novum* (lias). Ces deux fossiles, dont le calice, plus ou moins engagé dans la roche, n'a pas permis une détermination rigoureuse, ont été rapprochés avec doute des zoanthaires rugueux. C'est avec une certaine hésitation que nous voyions des représentants des zoanthaires rugueux, en dehors des terrains paléozoïques, se montrer jusque dans les terrains jurassiques, et nous sommes heureux d'avoir pu lever cette difficulté à l'aide du fossile de Madagascar, qui représente sans aucun doute la série des zoanthaires qui ont vécu dans les terrains jurassiques.

» 18° *Isastræa Fischeri*, Fromentel : polypier aplati, à surface un peu bombée, à plateau plan et couvert d'une forte épithèque plissée concentriquement. Calices inégaux, polygonaux et assez profonds. Environ 34 cloisons dans les grands calices ; elles sont larges, bien développées et inégales selon les cycles. Diamètre des calices : 6 à 8 millimètres dans les grands, et 3 à 4 millimètres dans les jeunes.

» Cette espèce rappelle plutôt la forme générale des *Isastræa* du lias, que celle des *Isastræa* de l'oolithe inférieure.

» Le caractère général de ces faunes est donc bien nettement secondaire par la présence des genres *Ammonites, Nerinæa, Alaria, Isastræa;* d'après les quelques espèces déterminées et les affinités des autres formes, on peut affirmer qu'elles appartiennent à la formation jurassique et à un horizon

(1) *British foss. corals, pl.* 27, *fig.* 8, et *pl.* 30, *fig.* 7.

représentant le lias et l'oolithe. Il se peut que les fossiles de Madagascar indiquent quelques horizons stratigraphiques distincts; malheureusement les coupes nous font défaut.

» Il serait intéressant de savoir si l'on pourra plus tard relier les dépôts jurassiques de Madagascar aux couches du même âge signalées sur quelques points de la côte est de l'Afrique, à peu de distance de Zanzibar. Sur la côte ouest, on a recueilli quelques fossiles du lias; mais ces fossiles n'ont pas été étudiés suffisamment, et en réalité la géologie de l'Afrique et de Madagascar est encore bien peu connue. »

MINÉRALOGIE. — *Analyse de la lanarkite de Leadhills* (*Écosse*). Note de M. F. PISANI, présentée par M. Des Cloizeaux.

« La lanarkite, décrite en 1820 par Brooke, a été trouvée à Leadhills, en Écosse, associée avec la suzannite, la calédonite et la leadhillite. L'analyse de Brooke lui donne comme composition : sulfate de plomb $= 53,1$, carbonate de plomb $= 46,9$, ce qui correspond à la formule $\dot{Pb}\dddot{S} + \dot{Pb}\ddot{C}$. Plus tard, Thomsen a donné une analyse presque identique; seulement il est à remarquer que la densité trouvée par ce dernier n'est que de 6,3 à 6,4, tandis que celle trouvée par Brooke est de 6,8 à 7. Une différence aussi considérable dans la densité d'une même substance, surtout lorsque la composition est constante, aurait déjà dû depuis longtemps attirer l'attention des minéralogistes et nécessiter de nouveaux essais sur ce minéral intéressant.

» Voici maintenant le fait principal qui m'a conduit à reprendre l'étude de la lanarkite. On a toujours donné comme caractère chimique à cette substance de se dissoudre en partie dans l'acide azotique, en faisant effervescence et laissant un résidu de sulfate de plomb; or en examinant, il y a plus d'un an, un échantillon qui se trouvait dans ma collection, j'ai constaté qu'il ne faisait pas la moindre effervescence avec les acides, quoique ayant les mêmes caractères extérieurs que tout ce que j'avais vu comme lanarkite. Dès ce moment, j'ai voulu m'assurer si le même fait se reproduisait avec d'autres échantillons, et j'ai non-seulement essayé tous ceux que j'ai pu me procurer, mais aussi j'ai engagé les personnes qui avaient des collections à faire de même. Il en est résulté qu'aucune collection à Paris ne possède une lanarkite faisant effervescence. Sur quelques rares échantillons on a eu une effervescence faible; mais alors on a pu constater que les cristaux étaient altérés par suite d'un enduit de carbonate de plomb

ou par une pénétration intime de lamelles de leadhillite, ainsi que l'a constaté M. Des Cloizeaux. L'analyse qualitative des échantillons les plus frais ne m'ayant donné que du plomb et de l'acide sulfurique, j'ai pensé que la plupart des morceaux existant dans les collections comme lanarkite n'étaient que de l'anglesite, et que la véritable lanarkite devait être excessivement rare. Cependant M. Des Cloizeaux, ayant examiné dernièrement un échantillon bacillaire de lanarkite qui ne faisait pas effervescence, a constaté que le clivage facile faisait avec une autre face assez nette un angle de 120 degrés environ, tandis que ce clivage et cet angle de 120 degrés n'existent pas dans l'anglésite. De plus, il a observé, comme moi, que l'on voyait à travers la face du clivage, qui est celle de l'aplatissement des cristaux, un seul système d'anneaux colorés circulaires. Ayant regardé dans l'huile une aiguille très-mince de ce minéral, il a constaté qu'il possédait une dispersion inclinée fort belle, avec un écartement d'axes de 64 degrés, environ. M. Des Cloizeaux m'ayant communiqué ces résultats, que j'ai pu observer de la même manière avec l'échantillon de ma collection, je fus persuadé, dès lors, que je n'avais pas affaire à du sulfate de plomb ordinaire; j'en ai fait l'analyse quantitative, et ce sont ces résultats que je vais avoir l'honneur de présenter à l'Académie.

» Comme la lanarkite est formée de cristaux bacillaires ou d'aiguilles divergentes fortement aplaties et fragiles, il n'est guère possible de les tailler pour les observations au microscope polarisant, et l'on est obligé de se contenter de l'emploi d'une aiguille très-fine et suffisamment transparente. La double réfraction est très-énergique. Le plan des axes optiques est parallèle au plan de symétrie. La bissectrice aiguë est *négative*; mais sa position exacte par rapport au clivage facile n'a pu être déterminée. J'ai observé, pour l'écartement des axes dans l'huile :

$$2H = 65^\circ 3' \text{ rayons rouges}; \quad 2H = 63^\circ 55' \text{ rayons verts}.$$

» La dispersion *inclinée* est très-marquée et se manifeste par une différence notable dans la forme et le diamètre des anneaux des deux systèmes et par la vivacité des couleurs rouge à l'*intérieur*, bleue à l'*extérieur*, qui bordent l'hyperbole d'un des systèmes, l'hyperbole de l'autre système ne présentant que des teintes très-pâles d'un bleu vague des deux côtés.

» La densité = 6,8. Au chalumeau, la lanarkite fond facilement en colorant la flamme en bleu. Fondue dans un creuset de platine, elle cristallise par refroidissement en longues aiguilles.

» Au spectroscope, on voit les raies du plomb. Elle est soluble en

partie, sans effervescence, dans l'acide azotique étendu, en laissant un résidu de sulfate de plomb; la solution partielle précipite par l'acide sulfurique du sulfate de plomb. A chaud, l'acide azotique étendu finit par la dissoudre complétement. Elle est soluble dans une lessive de potasse.

» Elle m'a donné à l'analyse :

		Oxygène.	Rapports.
Oxyde de plomb....	82,73	5,97	2
Acide sulfurique........ .	15,10	9,06	3
Perte au feu..............	0,83	»	»
	98,66		

» Ces rapports conduisent à la formule $\dot{P}b^2 \dddot{S}$, qui est celle d'un sulfate basique de plomb. On n'a pas encore obtenu artificiellement un pareil composé par voie humide; mais Berthier le cite dans ses *Essais par voie sèche*, comme se formant lorsqu'on fond 1 atome de sulfate de plomb avec 1 atome d'oxyde de plomb à une forte chaleur blanche; il a obtenu ainsi des lamelles cristallines et souvent, dans l'intérieur de la masse, d'assez gros prismes.

» L'analyse de Brooke donnant pour l'acide carbonique contenu dans la lanarkite 7,3 pour 100, tandis que j'ai obtenu seulement 0,83 pour 100 de perte au feu, en chauffant même jusqu'à fusion, il est évident que ce minéralogiste doit avoir opéré sur un mélange, à moins d'admettre, ce qui est peu probable, que ce qu'il a appelé lanarkite soit un minéral très-rare, que la plupart des collections ne possèdent point. D'ailleurs les caractères cristallographiques et la densité du minéral que j'ai essayé sont les mêmes que ceux donnés par Brooke pour la lanarkite. »

CHIMIE MINÉRALE. — *De l'emploi du gaz pour l'obtention de hautes températures;* Note de MM. L. **Forquignon** et A. **Leclerc**, présentée par M. Balard. (Extrait.)

« ..... La question que nous nous sommes proposée est de soumettre à des températures élevées de petits creusets en platine ou en biscuit de porcelaine, d'une capacité de 15 à 20 centimètres cubes. Il nous a semblé qu'en combinant le principe des fourneaux Schlœsing et Perrot, c'est-à-dire en se servant d'un appareil à flamme renversée, dans lequel la combustion serait rendue plus active au moyen d'un soufflet, on parviendrait sans peine à développer des effets calorifiques remarquables. Nous sommes parvenus à fondre aisément, en moins d'un quart d'heure, une quarantaine de grammes de fer doux, sans avoir besoin d'autres soufflets ni d'autres

chalumeaux que ceux qui servent maintenant à travailler le verre dans les laboratoires. Les premiers essais relatifs à cet appareil ont été exécutés au laboratoire de la station agronomique de l'Est.

» Le fourneau en question se compose de deux parties, l'enveloppe intérieure et le couvercle mobile. Le couvercle s'appuie sur un rebord adapté inférieurement à l'enveloppe intérieure, et peut être enlevé au moyen d'une poignée en fil de fer. Les parois sont très-épaisses, pour mieux retenir la chaleur; une chemise de tôle mince, à laquelle est soudée la poignée, sert à le consolider, et il présente à son bord inférieur huit ouvertures symétriquement placées, qui livrent passage aux gaz de la combustion.

» Le creuset qu'il s'agit de chauffer est soutenu, au centre de l'enveloppe intérieure, par un support en gros fil de platine qui s'appuie sur une petite portée. Si l'on insuffle dans la cavité intérieure un mélange d'air et de gaz enflammé, ce mélange circulera d'abord autour du creuset, puis dans l'espace annulaire compris entre l'enveloppe intérieure et le couvercle, et il sortira enfin par les huit ouvertures de celui-ci. La chaleur sera ainsi retenue aussi bien que possible. Cela posé, la manœuvre de l'appareil est des plus simples. Après avoir disposé le support en platine et le creuset, on place le couvercle, et l'appareil tout entier est disposé sur un support fixé solidement. A quelques centimètres au-dessous de l'orifice circulaire inférieur, se trouve la buse d'un chalumeau, tel que ceux qu'on emploie pour souffler le verre. On allume et l'on donne peu à peu le vent, de façon à porter lentement le fond du creuset un peu au-dessus du rouge sombre.

» Ce réglage est facile, si l'on a soin d'observer le fond du creuset avec un petit miroir. On dispose le chalumeau de manière à donner à la partie visible une couleur rouge uniforme, sans espace obscur au milieu, et l'appareil étant ainsi mis au point, on augmente progressivement l'arrivée de l'air, et l'on donne plus ou moins de gaz, suivant la température qu'on désire atteindre. L'emploi du miroir permet, à chaque instant, de juger de la marche du chauffage, et, par un simple jeu de robinets, on peut maintenir la température sensiblement constante aussi longtemps qu'on veut, ou bien, au contraire, la faire varier à volonté, lentement ou d'une manière brusque.

» Voici les détails d'une expérience relative à la fusion du fer doux. On a rempli un creuset en biscuit avec des pointes de Paris coupées en petits morceaux.

Durée totale de l'expérience	12 minutes.
Durée de l'allumage et réglage préliminaire	2' 30".
Le couvercle est rouge à la partie supérieure au bout de...	5 minutes.
Pression du vent	110 millimètres de mercure.
» du gaz	34 millimètres d'eau.
Volume du régulateur de pression	45 litres.
Diamètre de l'orifice d'arrivée du vent	2 millimètres.

» Le creuset est tellement ramolli, qu'on plie en deux le couvercle, comme une feuille de papier, en le saisissant avec une pince. Le fer doux est très-liquide. Après refroidissement, le bouton, bien rassemblé, pèse $38^{gr},40$. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Aurore boréale du 7 janvier;* Note de M. **Chapelas**.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les observations que nous avons faites sur l'aurore boréale du 7 janvier dernier. Pour la première fois de l'année, l'aurore boréale a fait son apparition sur l'horizon de Paris.

» Vers 11 heures du soir, malgré la clarté de la Lune, très-vive à ce moment, le ciel présentait un aspect insolite vers le nord. Cependant il n'était pas facile, dans ces conditions tout à fait défavorables à l'observation, de reconnaître les préludes d'une aurore boréale. Néanmoins, notre attention fixée sur ce point, nous ne tardions pas à constater que nos prévisions étaient complétement fondées. En effet, à minuit, au-dessus des brumes épaisses qui enveloppent l'horizon nord, et en un point exactement correspondant à la direction du méridien magnétique, le ciel, à une hauteur de 15 degrés, s'illumine d'une clarté blanchâtre très-vive, qui rappelle le jour naissant.

» $12^h 15^m$. Des plaques verdâtres remplacent cette première lueur, et des amas de matières diffuses rouges se forment bientôt et s'élèvent jusque dans Cassiopée, qu'elles envahissent complétement, laissant voir à travers leur composition diaphane les différentes étoiles de cette belle constellation. A ce moment aussi apparaît un beau rayon rouge sang, d'une grande intensité, qui se dissipe presque immédiatement. L'aurore boréale gagne alors vers l'ouest jusqu'aux Perséides, et à l'est jusqu'à la Petite Ourse.

» $12^h 30^m$. A cette heure, le phénomène entre dans sa phase la plus brillante. La matière rouge envahit tout l'horizon nord, sur une largeur de 80 degrés. Quelques beaux rayons, de la couleur du fer chauffé au rouge, s'élèvent vers le zénith à une hauteur de 45 degrés, mais ne persistent pas. Une force agissant du sud semble s'opposer à leur développement. Enfin

un beau et dernier rayon, d'un rouge très-vif, s'élève du côté de l'est, en traversant la Grande Ourse.

» De $12^h 30^m$ à $12^h 45^m$, le phénomène a disparu, laissant au ciel en certains endroits une légère teinte rosée. A $12^h 45^m$, de nouvelles plaques rouges se forment, subsistent quelques instants, puis disparaissent complétement. Le ciel reprend sa teinte normale; l'apparition est terminée.

» Le mouvement de cette aurore boréale était du nord-ouest à l'est, contrariée, comme nous l'avons dit plus haut, par des influences du sud. »

HYDRAULIQUE. — *Sur le nivellement du zéro des échelles indiquant les hauteurs de la Seine; par* M. **Poirée.**

« L'auteur communique un tableau des observations faites les 11 et 13 octobre 1838 sur les hauteurs des eaux de la Seine à différentes échelles existant dans Paris, le barrage mobile et les vannes du pont Notre-Dame étant alternativement ouverts et fermés.

» Les ordonnées des zéros de toutes les échelles, dont celui du pont de la Tournelle était au niveau de l'étiage de 1719, sont rapportées au plan horizontal du nivellement général de Paris (ancien nivellement) qui est à 50 mètres au-dessus du niveau légal du bassin de la Villette (ancien niveau). Pour les rapporter au niveau moyen de la mer à Marseille, pris pour repère général du nivellement de la France, il faut retrancher les ordonnées des tableaux dressés par les soins de l'auteur du nombre constant $101^m,525$.

» Parmi ces échelles, celles des ponts de Bercy et d'Austerlitz, de l'estacade Louviers, du pont de la Tournelle, du quai d'Orléans paraissent destinées à indiquer l'influence des crues en amont de Paris; la quantité d'eau qui recouvre les zéros de ces échelles à l'étiage ne diffère que de 7 à 8 centimètres; d'autres indiquent le tirant d'eau des bateaux à l'étiage. Ainsi, quand l'eau affleure le zéro de la Tournelle, le zéro de l'échelle du canal Saint-Martin est recouvert d'une lame d'eau de $1^m,35$; les zéros des ponts Royal et de la Concorde sont à $0^m,58$ au-dessous de la surface de l'eau pour indiquer que certains hauts fonds au-dessous de Paris limitaient le tirant d'eau à la hauteur de $0^m,58$ jusqu'à Mantes, où le zéro, placé à $0^m,80$ au-dessous de la surface de l'eau, indiquait qu'il y avait cette hauteur de $0^m,80$ au-dessus des hauts fonds jusqu'à Rouen (1). Enfin on

(1) L'échelle de Melun indiquait le tirant d'eau à l'étiage en amont de Paris.

paraît avoir eu l'intention de placer toutes les échelles en aval du pont de la Tournelle, sauf celles des ponts Royal et de la Concorde, au même niveau que celui de la Tournelle, afin de pouvoir trouver immédiatement, par la comparaison de deux ordonnées, la pente de la rivière par tous les états des eaux.

» Toutes ces indications ont donc un caractère pratique et se rapportent surtout aux besoins de la batellerie et à la sûreté de la navigation dans les eaux de Paris. L'auteur se réserve de revenir sur ce sujet. »

M. **Renaud** adresse une Note « sur l'avenir du globe terrestre ».

ASTRONOMIE. — *Lettre de M.* P. **Bert** *à M. le Président, à propos d'une Note précédente de M. Faye, sur la situation actuelle du Bureau des Longitudes.*

« En rentrant à Paris après les vacances de l'Assemblée, je lis dans les *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences (séance du 23 décembre 1872) une Note de M. Faye, membre du Bureau des Longitudes, dans laquelle ce savant croit devoir défendre « contre des critiques passionnées » le sort de ce Bureau que, selon lui, j'aurais demandé à la Chambre « de réduire » ou même de supprimer. »

» Je ne saurais suivre aujourd'hui M. Faye dans les détails de son long plaidoyer. Mais il me paraît nécessaire, et j'espère que l'Académie voudra bien me le permettre, de réduire à ses proportions véritables, en rétablissant l'exactitude des faits, le rôle que j'ai cru devoir jouer en cette affaire; il suffira pour cela de citer les paroles mêmes que j'ai eu l'honneur de prononcer devant l'Assemblée nationale.

» Je disais :

« ..... Des hommes éminents soutiennent — et je traduis simplement leur opinion, sans avoir la prétention d'affirmer moi-même, ne me sentant pas la compétence ni l'autorité nécessaires pour assumer une lourde responsabilité, et sans vouloir proposer une mesure législative ou budgétaire — des hommes éminents soutiennent que le Bureau des Longitudes ne rendrait point à la science astronomique les services qu'on avait espérés de son institution. » (*Journal officiel*, 1872, p. 7657.)

» Le seul point sur lequel j'ai cru pouvoir être plus affirmatif, c'est sur la publication de la *Connaissance des Temps*.

« De l'aveu de tous les astronomes, dis-je (et j'aurais dû, paraît-il, dire de *presque* tous), il serait préférable de créer un bureau spécial chargé, comme en Angleterre, de la publication de la *Connaissance des Temps*, et de lui donner des allocations budgétaires qui ne devraient pas dépasser 40 000 francs. »

» Enfin, comme conclusion de ces observations diverses, je me bornais à ajouter :

« Dès à présent se trouve réunie au Ministère de l'Instruction publique une Commission astronomique chargée de donner son avis sur les questions relatives à la réorganisation de ces observatoires autrefois nombreux sur la surface de notre territoire, et qui aujourd'hui ont à peu près complètement disparu. Cette Commission ne se sentirait sans doute pas suffisamment autorisée pour se prononcer sur les attributions du Bureau des Longitudes; mais l'Assemblée peut lui donner l'autorité qui lui manque..... Je prie donc M. le Ministre de l'Instruction publique de vouloir bien saisir de cette question la Commission qui, actuellement et aujourd'hui même, je crois, se réunit à son Ministère, dût-il, pour lui donner plus d'autorité et de compétence, lui adjoindre quelques membres nouveaux. (*Journal officiel*, p. 7658.)

» Je demandais donc simplement qu'une question qui divise les savants, et dont s'était occupée avec ardeur la presse scientifique, fût soumise à l'examen d'une Commission dont faisaient précisément partie, avec M. Faye, tous les astronomes du Bureau des Longitudes. Je demandais qu'à la suite d'une discussion approfondie les conclusions de cette Commission si compétente fissent savoir au pays, non pas si le Bureau des Longitudes avait compté et compte dans son sein des hommes éminents dont les travaux font la gloire de la France (cela n'est point en question), mais si l'organisation de ce Bureau répond aux besoins actuels de la science, et si les allocations si faibles que le budget attribue aux sciences astronomiques « sont » employées au mieux des intérêts de ces sciences ».

» Qu'il me soit permis de le dire : si j'avais eu l'honneur de faire partie du Bureau des Longitudes, je me serais emparé de cette demande et de la promesse faite par M. le Ministre de saisir la Commission; j'aurais hautement réclamé le procès, un vrai procès, avec attaques et ripostes, afin que « les critiques passionnées » fussent réduites à néant, afin que le Bureau, sorti victorieux de la lutte, pût réclamer avec une autorité plus assurée la direction de l'Astronomie et de la Géodésie françaises.

» L'honorable M. Faye en a jugé autrement : il a pensé que l'appui moral que l'Académie ne pouvait guère refuser à son Président constituerait un jugement sans appel. Je n'aurais pas la hardiesse d'émettre une opinion sur ce point délicat; mais j'ose espérer que l'Académie, dont l'autorité grandit toute chose, comprendra combien j'ai été sensible à l'expression d'une sorte de blâme prononcé devant elle par un de ses Membres, et qu'elle voudra bien autoriser dans ses *Comptes rendus* la publication de la présente Lettre. Ce sera une marque nouvelle de bienveillance ajoutée à

celles que j'ai déjà reçues d'elle, et pour lesquelles je m'honore de lui témoigner en toutes circonstances et ma gratitude et ma déférence profonde. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉS SECRETS.

(Séances des 6 et 13 janvier 1873.)

L'Académie adopte la résolution suivante :

« L'Académie, s'associant aux sentiments exprimés dans la Note qui lui a été communiquée par M. Faye, charge sa Commission administrative d'exposer à M. le Président de la République les motifs considérables qui, dans l'intérêt de la culture des hautes Mathématiques et de leurs applications à la Mécanique céleste, à la Géodésie et à la Physique du Globe, lui font désirer l'adoption de toute mesure propre à assurer le fonctionnement et à développer les moyens d'action du Bureau des Longitudes. »

L'Académie décide que la Note suivante, rédigée, en conséquence de la résolution précédente, par son vice-Président, M. Bertrand, sera publiée dans les *Comptes rendus*.

NOTE

présentée par la Commission administrative de l'Académie des Sciences

A M. LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE.

« La France, avant 1789, prenait depuis plus d'un siècle une part active et glorieuse aux progrès de l'Astronomie. A Paris, seulement, Jean Bernoulli, en 1760, avait rencontré plus de dix observatoires, où de bons instruments étaient maniés chaque jour par d'habiles et consciencieux observateurs.

» L'ancien Observatoire royal, celui de l'École militaire; ceux de l'hôtel de Cluny, du Luxembourg, du collége Mazarin, immortalisé par Lacaille; celui de Lemonnier aux Capucins de la rue Saint-Honoré; ceux de Pingré à Sainte-Geneviève, de Delambre, rue de Paradis, et du président Saron, rue de l'Université, sont cités avec honneur dans l'histoire de la Science, et chaque phénomène nouveau survenu dans le ciel entretenait entre tant d'astronomes une incessante et fructueuse émulation.

» En 1795, les savants dispersés, presque tous sans ressource, étaient hors d'état de continuer leurs travaux; la Convention, pour assurer au moins

les observations et les calculs indispensables à la navigation, créa le Bureau des Longitudes, en lui confiant, avec la direction de l'ancien Observatoire royal et de celui de l'École militaire, la mission de publier chaque année la *Connaissance des Temps*, de vérifier les instruments de précision utiles à la Marine, particulièrement les chronomètres, et de signaler les progrès de la Science, souvent dus à ses propres membres, pour en faire aussitôt profiter le pays. L'institution répondait à un besoin réel; les résultats furent immédiats et excellents. Lagrange, Laplace et Prony, Lalande, Cassini et Méchain, Borda et Bougainville, interrompant pour un temps leurs travaux, organisèrent et dirigèrent les différents services; l'autorité de leur nom imposait à tous une déférence empressée, et le Bureau des Longitudes se trouva bientôt, sans qu'aucun décret l'en eût expressément chargé, chef suprême des travaux de la carte de France, du complément des études relatives à la méridienne, de la confection des cartes marines et de la vérification des chronomètres. La *Connaissance des Temps*, recherchée dans le monde entier, pour l'exactitude de ses Tables publiées longtemps à l'avance, transforma, grâce aux savantes additions signées par Lagrange et par Laplace, la petite et glorieuse compagnie en une véritable académie astronomique, comptée bientôt parmi les plus illustres. La tradition s'est conservée jusqu'à nos jours: Poisson, Savary et Poinsot, MM. Liouville, Chasles, Le Verrier, Delaunay, Puiseux, Faye et Villarceau ont fait du précieux recueil une collection de beaux et profonds Mémoires qui permettent d'affirmer que, contrairement au dire populaire, les almanachs de l'an passé, et bientôt sans doute ceux du siècle passé, garderont cette fois la plus grande partie de leur valeur.

» Mais le Bureau des Longitudes, s'il a conservé sans l'amoindrir la tradition des travaux et des publications originales, s'est vu enlever depuis vingt ans les occasions de rendre les services, plus faciles en apparence, qu'on aurait pu avec confiance demander au zèle de ses membres.

» Par des raisons que nous n'avons pas à examiner, mais dont le résultat semble profondément regrettable, le corps d'état-major, justement confiant dans l'habileté et la science de ses officiers, a cessé de prendre ses inspirations au Bureau des Longitudes; muni de bons instruments, et familiarisé avec les méthodes les plus exactes, il oublie peut-être que la science marche sans cesse, et que celui qui se contente de faire bien, sans se préoccuper chaque jour de faire mieux encore, s'expose à être dépassé.

» Le Ministère de la Marine a chargé directement les officiers d'étudier la marche des chronomètres.

» La direction de l'Observatoire, qui pouvait seule donner aux astronomes les instruments nécessaires pour juger avec certitude les inventions soumises à leur appréciation, ou les progrès imaginés par ses membres, a cessé, depuis 1854, d'appartenir au Bureau des Longitudes. Comment s'étonner que la savante compagnie, successivement privée des occasions et des moyens d'être utile, ait pu être présentée, par des critiques malveillants ou mal renseignés, comme insouciante de ses devoirs et parfois inférieure à sa mission ?

» Le Bureau des Longitudes réunit dans son sein, depuis soixante-quinze ans, les savants les plus éminents de notre pays; aujourd'hui encore, ceux de nos confrères qui en font partie sont comptés, dans les questions astronomiques, comme les guides et les lumières de l'Académie; ils ont accompli, sans y manquer jamais, toujours avec dévouement, souvent avec éclat, la tâche importante qui leur est confiée. Nous demandons pour eux, dans l'intérêt de la science et du pays, une part plus grande d'influence et de travail, et nous osons vous promettre, Monsieur le Président, qu'elle restera, quelque grande qu'on la fasse, inférieure encore à leur bonne volonté et à leur dévouement à la science. »

La séance est levée à 6 heures. D.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JANVIER 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce, dans les termes suivants, la perte que l'Académie vient de faire en la personne de M. le baron *Charles Dupin,* Membre de la Section de Mécanique :

« Il y a bien peu de temps que j'ai l'honneur de siéger dans ce fauteuil, et déjà je dois remplir auprès de l'Académie une bien douloureuse mission. J'ai à lui annoncer la mort d'un de ses Membres les plus justement respectés, M. le baron Dupin, le dernier survivant de ces trois frères qui ont joué dans notre pays un rôle que personne n'a oublié.

» Voici dans quels termes M. le comte du Hamel, gendre de notre confrère, rend compte de cette mort :

« Paris, 18 janvier 1873.

» Monsieur le Président,

» J'ai l'honneur de vous apprendre la mort de M. le baron Charles Dupin.

» Mon beau-père a succombé ce matin, 18, à 8h 30m. M. Dupin est mort en pleine connaissance, patient, résigné, reconforté par la foi, muni des sacrements de l'Église, et confiant dans la miséricorde divine.

» Mme la baronne Dupin, en proie à la douleur la plus vive, amplement justifiée par toutes les excellentes qualités de M. Dupin, m'a chargé de vous faire part de son malheur, et en même temps de vous prier d'en donner la fâcheuse nouvelle à vos collègues, — col-

lègues que, durant toute sa vie, M. Dupin s'était toujours efforcé à entourer d'un sincère dévouement et d'une profonde considération! »

» M. Dupin était un de nos doyens à double titre. Il était âgé de 89 ans; il était Membre de l'Académie des Sciences depuis 1818 et comptait ainsi près de 55 ans d'Institut. Il était en outre Membre de l'Académie des Sciences morales et politiques depuis 1832.

» Il ne m'appartient pas de parler des travaux qui ont mérité à notre vénéré confrère cette double nomination. Des voix plus autorisées que la mienne le feront demain et plus tard. Mais ce qu'il m'est permis de rappeler, c'est l'ensemble de cette longue vie si constamment honorable, toujours consacrée au service du pays et si bien remplie par le travail. M. Dupin a travaillé jusqu'au dernier jour de sa vie. Dans ces dernières années, lorsqu'il manquait à vos séances, où il fut longtemps si assidu, c'est qu'il travaillait dans son cabinet; et vous savez tous comment il revenait parmi nous dès qu'il croyait avoir à dire quelque chose de beau, de bon ou d'utile. Vous n'avez pas oublié que, dans la première séance de cette année, à propos du mouvement de la population française, il nous communiquait, de cette voix cassée par l'âge, mais qui savait si bien se faire entendre et écouter, une Note tout empreinte des deux sentiments qui n'ont cessé d'animer notre confrère : l'amour de la science et celui de la patrie.

» Les obsèques de M. le baron Dupin auront lieu demain, à midi très-précis. »

GÉOMÉTRIE. — *Note relative à la détermination du nombre des points d'intersection de deux courbes d'ordre quelconque, qui se trouvent à distance finie;* par M. Chasles.

« Les équations de deux courbes, de degrés p et p', étant

$$(x^m, y^n)^p = 0 \quad \text{et} \quad (x^{m'}, y^{n'})^{p'} = 0,$$

le nombre de leurs points communs situés à distance finie est

$$pp' - (p-m)(p'-m') - (p-n)(p'-n') - \omega\ (^*),$$

ω étant le nombre des points communs aux deux courbes qui se trouvent sur la droite de l'infini, autres que ceux qui, situés sur cette droite et sur les axes des coordonnées, sont représentés par les deux termes $(p-m)(p'-m')$, $(p-n)(p'-n')$. Cela résulte de ce que *le nombre total des points (réels ou*

(*) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 736; séance du 30 septembre 1872. — Page 739, ligne 15, *au lieu de* lequel pourra être en contact, *lisez* soit que le contact ait lieu.

imaginaires) communs à deux courbes d'ordre p *et* p' *est toujours* pp'. En donnant une première démonstration de ce théorème par le principe de correspondance, j'ai annoncé que le même raisonnement se prêtait à une seconde démonstration. C'est celle-ci qui fait le sujet de la présente Note. Cette démonstration, extrêmement simple, repose sur une seule propriété des courbes géométriques, savoir : que le nombre des tangentes, réelles ou imaginaires, qu'on peut mener par un point à une courbe, est constant, quel que soit le point; ce qui est évident, puisque la recherche de ce nombre est un problème déterminé.

» Théorème. — *Le nombre des points communs à deux courbes d'ordre* p *et* p' *est* pp'.

» *Démonstration.* — Une droite IX, tournant autour d'un point I, rencontre la première courbe en p points α; par chacun de ces points, on mène les tangentes de la seconde courbe, qui (réelles ou imaginaires) sont en nombre constant q', ce qui fait pq' tangentes; et par leurs points de contact α', on mène pq' droites IU : ces pq' droites correspondent à la droite IX. A une droite IU correspondent pp' droites IX; car cette droite IU rencontre la seconde courbe en p' points α', et les tangentes en ces points coupent la première courbe en $p'p$ points α, par lesquels passent les $p'p$ droites IX correspondant à IU. Il existe donc $pq' + pp'$ droites IX coïncidant chacune avec une droite correspondante IU. pq' de ces droites coïncident avec les q' tangentes de la seconde courbe, qu'on peut mener par le point I; et les pp' autres sont les droites qui passent par les points d'intersection des deux courbes. Donc ces points d'intersection sont en nombre pp'. Ce qu'il fallait démontrer.

» *Observation.* — Au lieu des tangentes, que l'on suppose menées de chaque point de la première courbe à la seconde, on peut se servir des normales : le raisonnement et la conclusion sont les mêmes. On dira : Une droite IX rencontre la première courbe en p points α, de chacun desquels on mène les normales de la seconde courbe, en nombre constant q', ce qui fait pq' normales; par leurs pieds, on mène pq' droites IU. Une droite IU, menée arbitrairement, coupe la seconde courbe en p' points; et les normales en ces points rencontrent la première courbe en $p'p$ points, par lesquels passent $p'p$ droites IX. Il existe donc $pp' + pq'$ droites IX qui coïncident chacune avec une droite correspondante IU. De ces coïncidences, pq' ont lieu sur les q' normales de la seconde courbe menées par le point I : ce sont des solutions étrangères, et chacune des pp' autres coïncidences a lieu quand une droite IX passe par un point commun aux

deux courbes, car ce point est le pied d'une normale à la seconde courbe. Le théorème est donc démontré.

» Il serait rare de trouver un pareil exemple de l'usage des tangentes ou des normales, indifféremment, dans une même démonstration.

» On conçoit que le principe de correspondance s'applique avec la même facilité à la démonstration du théorème corrélatif, savoir : que le nombre des tangentes communes à deux courbes de la classe n, n', respectivement, est nn'.

» *Démonstration.* — D'un point x d'une droite L on mène n tangentes à la première courbe ; puis, de leurs points de contact, nn' tangentes à la deuxième courbe, lesquelles coupent L en nn' points u. D'un point u de L on mène n' tangentes à la deuxième courbe, lesquelles rencontrent la première courbe en $n'm$ points ; les tangentes en ces points coupent L en $n'm$ points x. Il existe donc $nn' + n'm$ points x qui coïncident chacun avec un point u correspondant. $n'm$ de ces points coïncident avec les m points de la première courbe situés sur L. Les nn' autres appartiennent à nn' tangentes communes aux deux courbes. Donc, etc.

» Le même raisonnement convient pour démontrer que deux courbes U_m^n, $U_{m'}^{n'}$ admettent $(m+n)(m'+n')$ normales communes ; ou bien, que $n(m'+n')$ tangentes de la première courbe sont normales à la seconde.

» Je vais donner quelques exemples de contacts d'*ordre supérieur* en des points de l'infini, exemples que l'on ne rencontre guère, je crois, dans les Traités de Géométrie analytique, ainsi que dans les applications de la Théorie de l'Élimination, que pour des contacts simples.

» La tangente au point de contact des deux courbes, supposé à l'infini, peut avoir quatre positions différentes qu'il y a lieu de distinguer. Elle sera un des axes coordonnés, ou parallèle à un de ces axes, ou aura une direction quelconque, ou enfin elle sera la droite de l'infini. Ce dernier cas se subdivise, relativement à la position du point de contact, qui peut être sur un axe coordonné ou dans une direction quelconque.

» 1.
$$ax^2y + bxy + cx + ey^2x + fy^2 = 0,$$
$$ax^2y + bxy + cx + e'y^2x + f'y^2 = 0.$$

Faisant
$$pp' - (p-m)(p'-m') - (p-n)(p'-n') = \mathrm{N},$$
on a ici
$$\mathrm{N} = 9 - 1 - 1 = 7.$$

Les deux courbes sont tangentes à l'axe Ox en son point de l'infini, et

ont en ce point un contact du troisième ordre; donc $\omega = 3$, et $N - \omega = 4$. Ainsi les courbes ont quatre points communs à distance finie : deux de ces points coïncident en O, où les courbes sont tangentes à l'axe Oy; les deux autres sont sur la droite $(e-e')x+f-f'=0$.

» I'. $ay^2x + cy^2x + fy^2 + bx^2y^2 + ex^2y + gxy + hx^2 = 0,$
$ay^2x + cy^2x + fy^2 + b'x^2y^2 + e'x^2y + g'xy + h'x^2 = 0.$

» $N = 16 - 1 - 4 = 11$. Les deux courbes sont tangentes à l'axe Oy à l'infini, et ont en ce point un contact du troisième ordre, ce qui leur fait trois points à l'infini, outre celui qui a été compté dans la valeur de N. Ainsi $\omega = 3$ et $N - \omega = 8$. Les courbes ont donc huit points communs à distance finie. Quatre de ces points coïncident à l'origine des coordonnées, où les deux courbes ont chacune un point double. Les quatre autres sont déterminés par une équation du quatrième degré en y, qu'on obtient ainsi : des deux équations soustraites l'une de l'autre, puis divisées par xy, on tire une expression de x en fonction de y, qui, mise dans une des équations, donne l'équation finale du quatrième degré.

» II. $ay^2x + by^2 + cy + ex^2y + fx^2 + gxy + hx = 0,$
$a'y^2x + b'y^2 + c'y + ex^2y + fx^2 + gxy + hx = 0.$

» $N = 9 - 1 - 1 = 7$. Les deux courbes ont un contact du second ordre au point de l'infini sur Ox; leur tangente en ce point est la droite $y = -\frac{f}{e}$; on a donc $\omega = 2$ et $N - \omega = 5$. Ainsi les courbes ont cinq points communs à distance finie. L'un de ces points est à l'origine des coordonnées. Les quatre autres sont déterminés par une équation finale en x ou en y, qu'on obtient sans difficulté; car des deux équations proposées on tire celle-ci :

$$(a - a')yx + (b - b')y + (c - c') = 0,$$

et la valeur de x ou de y tirée de cette équation et mise dans l'une des deux premières, donne une équation du quatrième degré.

» II'. $ax^2y + bx^2y^2 + cx^2 + ex^2y + fy^2x + gy^2 + hyx = 0.$
$ax^2y + bx^2y^2 + cx^2 + ex^2y + f'y^2x + g'y^2 + h'yx = 0.$

» $N = 16 - 1 - 4 = 11$. Les courbes ont à l'infini chacune un point double sur l'axe Oy, et un point simple sur l'axe Ox; donc $N = 16 - 4 - 1 = 11$. Mais ce point sur l'axe Ox est un contact du second ordre dont la tangente a pour équation $y = -\frac{c}{a}$, ce qui fait deux points de plus à

l'infini. Enfin les deux courbes ont en outre un point d'intersection à l'infini dans la direction de la droite $y = -\frac{a}{b}x$. On a donc $\omega = 2 + 1 = 3$, et $N - 3 = 8$. Ainsi les deux courbes ont huit points communs à distance finie. Cinq de ces points coïncident à l'origine des coordonnées où les deux courbes ont chacune un point double, dont une branche de chacune est tangente à l'axe Ox. Les trois autres points communs aux deux courbes sont déterminés par une équation finale en x ou en y du troisième degré. En effet, des deux équations proposées, soustraites l'une de l'autre, on tire celle-ci :

$$(f - f')yx + (g - g')y + (h - h')x = 0,$$

et l'élimination de x ou de y entre cette équation et l'une des premières conduit à l'équation du troisième degré.

» III.
$$9x^4 - x^2y^2 - xy^3 - 3xy + y^2 = 0,$$
$$9x^4 - x^2y^2 + 9x^3 - 6x^2y - 18x^2 + 2y^2 = 0.$$

» $N = 16 - 2.2 = 12$. Les deux courbes ont un contact du second ordre en un point de l'infini, situé dans la direction de la droite $y = 3x$ $\left(\text{leur tangente en ce point ayant pour équation } y = 3x - \frac{3}{2}\right)$. Donc $\omega = 3$ et $N - \omega = 9$. Ainsi les deux courbes ont neuf points communs à distance finie. Cinq coïncident à l'origine O, où les deux courbes ont chacune un point double, dont deux branches ont une tangente commune. Les quatre autres points communs aux deux courbes sont déterminés par une équation finale en x du quatrième degré, qu'on obtient en retranchant les deux équations l'une de l'autre, d'où l'on conclut $y = \frac{3x(x-2)}{(x+1)}$; cette valeur de y, mise dans une des équations, la réduit au quatrième degré en x.

» III'.
$$5x^3 - 6x^2y + xy^2 + 5x^2 - 4xy + y^2 + 3y = 0.$$
$$5x^2 - 6xy + y^2 - 4x - 2y + 3 = 0.$$

» $N = 6$. Les deux courbes ont deux points communs à l'infini ; l'un, dans la direction de la droite $y = 5x$, est un point d'intersection ; et l'autre, dans la direction de la droite $y = x$, est un point de contact du second ordre, dont la tangente a pour équation $y = x + \frac{1}{2}$, ce qui fait quatre points communs à l'infini ; donc $\omega = 4$ et $N - \omega = 2$. Ainsi les deux courbes ont deux points communs à distance finie. On trouve sans

difficulté que ces points ont pour coordonnées $x = -\frac{3}{2}$, $y = -\frac{3}{2}$, et $x = -\frac{9}{7}$, $y = -\frac{30}{7}$.

» IV. $$ax^2y^2 + bxy^2 + ey^3 + cx^2y + fx^2 + gxy + hy = 0,$$
$$ax^2y^2 + bxy^2 + e'y^3 + c'x^2y + f'x^2 + g'xy + h'y = 0.$$

» $N = 16 - 4 - 1 = 11$. Ces courbes sont tangentes à la droite de l'infini à l'extrémité de l'axe Oy, et ont en ce point un contact du troisième ordre, ce qui leur fait trois points communs, outre celui qui se trouve compris dans la valeur de N. Ainsi $\omega = 3$, et $N - \omega = 8$. Les courbes ont donc huit points communs à distance finie. Quatre de ces points coïncident à l'origine des coordonnées où les deux courbes ont chacune un point double. Les quatre autres sont déterminés par une équation finale du quatrième degré en x, qui s'obtient sans difficulté. Les deux équations étant soustraites l'une de l'autre, il en résulte une équation où y n'entre qu'au premier degré, et dont la valeur, mise dans l'une des deux proposées, donne l'équation du quatrième degré en x.

» IV'. $$ay^2x^2 + byx^2 + cx^3 + ey^2x + fy^2 + gyx + hx^2 = 0,$$
$$ay^2x + byx + cx^2 + g'y + h'x = 0.$$

» $N = 12 - 1 - 2 = 9$. Les deux courbes sont tangentes à la droite de l'infini à l'extrémité de l'axe Ox, et ont en ce point un contact du troisième ordre; ce qui leur fait trois points communs, outre celui qui entre dans la valeur de N : ainsi $\omega = 3$ et $N - \omega = 6$. Les courbes ont donc six points communs à distance finie. Deux de ces points sont à l'origine des coordonnées, où la première courbe a un point double. Les quatre autres se peuvent déterminer par une équation du quatrième degré en $\left(\frac{y}{x}\right)$, dont les racines α exprimeront les directions des droites $y = \alpha x$, qui, partant de l'origine O, passent par les quatre points. En effet, la seconde équation étant multipliée par x et soustraite de la première, on a

$$ey^2x + fy^2 + (g - g')xy + (h - h')x^2,$$
$$e\frac{y^2}{x^2}x + f\frac{y^2}{x^2} + (g - g')\frac{y}{x} + (h - h') = 0,$$

d'où

$$\frac{1}{x} = -\frac{e\frac{y^2}{x^2}}{f\frac{y^2}{x^2} + (g - g')\frac{y}{x} + (h - h')}.$$

» Cette valeur de $\frac{1}{x}$, mise dans la première équation, divisée d'abord par x^4, et écrite ainsi,

$$a\frac{y^3}{x^3} + \left(e\frac{y^2}{x^2} + b\frac{y}{x} + c\right)\frac{1}{x} + \left(f\frac{y^2}{x^2} + g\frac{y}{x} + h\right)\frac{1}{x^2} = 0,$$

la transforme en une équation du quatrième degré en $\frac{y}{x}$, dont les racines déterminent les quatre points communs aux deux courbes.

» V. $\quad ax^3 + bx^2y + cxy^2 + dx^2 + exy + fx + gy = 0,$
$\quad\quad ax^2 + bxy \;+ cy^2 \;+ dx \;+ ey \;+ f' \;= 0,$

où l'on a

$$b^2 - 4ac^2 = 0.$$

» $N = 6$. Les deux courbes ont un point commun à l'infini, dans la direction de la droite $y = -\frac{b}{2c}x$; elles sont tangentes en ce point à la droite de l'infini, et ont entre elles un contact du troisième ordre; donc $\omega = 4$ et $N - \omega = 2$. Ainsi les courbes ont deux points communs à distance finie. Et, en effet, ces points sont accusés par l'équation

$$(f - f')x + gy = 0,$$

qu'on tire des deux proposées.

» V'. $\quad x^3 + 2x^2y + xy^2 - x^2 - 4xy - 2x - 3y = 0,$
$\quad\quad x^3 + 2x^2y + xy^2 - x^2 - 4xy - 3x - \;\; y = 0,$

» $N = 9 - 1 = 8$. Ces deux courbes sont tangentes, à la droite de l'infini, au point situé dans la direction $y = x$, et ont en ce point un contact du troisième ordre. En outre, elles sont tangentes à l'axe Oy au point de l'infini; on a donc $\omega = 4 + 1 = 5$ et $N = 8 - 5 = 3$. Ainsi les deux courbes ont trois points communs à distance finie. L'un de ces points est à l'origine des coordonnées, les deux autres sont sur la droite $2y - 5x = 0$.

» *Observation*. — On facilite les calculs relatifs à des contacts d'ordre supérieur en des points de l'infini, en les ramenant à des contacts de même ordre à des distances finies, par une transformation homographique. Les formules les plus simples sont celles-ci :

$$x = \frac{1}{y'}, \quad y = \frac{x'}{y'}, \quad \text{et} \quad x = \frac{1}{x'}, \quad y = \frac{y'}{x'},$$

par lesquelles la droite de l'infini devient un des axes coordonnés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux dérivés du propyle;* Note de M. A. CAHOURS.

« L'alcool propylique, dont l'existence a été signalée pour la première fois par M. Chancel dans les eaux-de-vie de marc, et que M. Berthelot a reproduit postérieurement par voie synthétique, n'avait été, jusque dans ces dernières années, l'objet d'aucune étude, en raison de sa rareté.

» C'est à M. Chancel d'une part, à MM. Isidore Pierre et Puchot d'une autre que nous sommes redevables de la connaissance de quelques combinaisons éthérées qui s'y rattachent. Ces derniers surtout, s'étant procuré récemment une source assez abondante de cet alcool, en ont profité pour préparer quelques éthers simples et composés dont ils ont fait ressortir les ressemblances avec les dérivés analogues de l'alcool et de l'esprit de bois, résultat auquel on était en droit de s'attendre.

» Ayant étudié d'une manière assez approfondie, il y a douze ans environ, certains composés résultant de l'association de métalloïdes ou de métaux avec le méthyle et l'éthyle qui, par leurs fonctions, se comportent comme de véritables radicaux, j'ai profité, de mon côté, de la possibilité de me procurer cet alcool pour essayer de réaliser dans la série du propyle la formation de composés analogues à ceux qui avaient fait l'objet de mes précédentes études. C'est le résultat de ces recherches encore fort incomplètes que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie, me proposant de les poursuivre et de les compléter autant qu'il me sera possible.

» *Sulfure de propyle.* — Ce composé s'obtient très-facilement en faisant agir dans des tubes scellés soit l'iodure, soit le chlorure de propyle sur une dissolution alcoolique de monosulfure de potassium. L'action commence peu de temps après le mélange des matières, et se complète par une digestion de quelques heures au bain-marie. Quand le dépôt de chlorure ou d'iodure alcalin n'augmente plus, on soumet le contenu des tubes à la chaleur du bain-marie pour expulser la majeure partie de l'alcool, et l'on reprend le résidu par l'eau. Il se sépare alors une huile jaunâtre d'une odeur fétide, plus légère que l'eau, qui, séchée sur du chlorure de calcium anhydre, et purifiée par une nouvelle distillation, bout entre 130 et 135 degrés. Sa densité est de 0,814 à la température de 17 degrés. Traité en vases clos par de l'iodure de propyle additionné d'un peu d'eau, ce sulfure donne

naissance à l'iodure d'une sulfine représenté par la formule

$$C^{18}H^{21}IS^{2} = S^{2}\left\{\begin{matrix} C^{6}H^{7} \\ C^{6}H^{7} \\ C^{6}H^{7} \end{matrix}\right\}I.$$

» Cet iodure, traité successivement par l'oxyde d'argent, l'acide chlorhydrique et le bichlorure de platiue, donne un chloroplatinate de couleur orangée, très-nettement cristallisé, représenté par la formule

$$S^{2}(C^{6}H^{7})^{3}Cl, \quad PtCl^{2}.$$

» L'iodure de propyle, par son contact avec les sulfures de méthyle et d'éthyle, a donné naissance à des composés analogues représentés par les formules

$$S^{2}(C^{2}H^{3})^{2}(C^{6}H^{7})I \quad \text{et} \quad S^{2}(C^{4}H^{5})^{2}(C^{6}H^{7})I,$$

et, par suite, aux chloroplatinates

$$S^{2}(C^{2}H^{3})^{2}(C^{6}H^{7})Cl, PtCl^{2} \quad \text{et} \quad S^{2}(C^{4}H^{5})^{2}(C^{6}H^{7})Cl, PtCl^{2}.$$

» Les iodures de méthyle et d'éthyle engendrent par leur action sur le sulfure de propyle des composés semblables aux précédents, dont je me dispenserai d'écrire les formules.

» *Mercure propyle.* — Les recherches de MM. Franckland et Duppa nous ont permis d'obtenir très-facilement le mercure éthyle et le mercure méthyle en faisant voir sur l'amalgame de sodium, non les iodures de ces radicaux employés seuls, mais un mélange de ces corps et d'éther acétique, dont on ne s'explique pas trop bien le rôle, mais qui facilite la réaction, ce qui est hors de toute contestation.

» En remplaçant dans cette expérience les iodures de méthyle et d'éthyle par l'iodure de propyle, une réaction analogue se produit, et l'on obtient, lorsque l'action est épuisée, une matière pâteuse qui, traitée par une solution étendue de potasse et par l'eau distillée, donne une huile pesante qui, exposée au bain-marie tant qu'il passe quelque chose et distillée finalement une ou deux fois à feu nu, donne le mercure propyle.

» Ce produit se présente sous la forme d'un liquide incolore et très-mobile. Son odeur, faible à froid, devient très-pénétrante lorsqu'on le chauffe. Il est presque entièrement insoluble dans l'eau, beaucoup plus soluble dans l'alcool, très-soluble dans l'éther.

» Sa densité est de 2,124 à la température de 16 degrés. Il bout entre 189 et 191 degrés.

» L'iode agit avec une grande énergie sur le mercure propyle ; chaque fragment de ce corps produit en arrivant au contact du liquide le bruit d'un fer rouge qu'on plonge dans l'eau. La couleur de l'iode disparaît immédiatement, et le liquide se prend par le refroidissement en une bouillie d'écailles blanches qu'on peut purifier en les faisant redissoudre dans l'alcool bouillant et abandonnant la liqueur à un refroidissement très-lent. Il se dépose alors des écailles brillantes d'aspect nacré qui répandent une odeur désagréable.

» Une solution aqueuse de brome se décolore instantanément au contact du mercure propyle en donnant naissance à des lamelles brillantes qui présentent la plus grande ressemblance avec l'iodure précédent.

» Le zinc décompose le mercure propyle à une température de 100 à 120 degrés, déplace le mercure et donne naissance à du *zinc propyle*. Ce même produit se forme également lorsqu'on fait agir le chlorure de propyle sur un alliage de zinc et de sodium.

» L'aluminium en feuilles minces chauffé à 120 degrés dans des tubes scellés avec le mercure propyle en opère la décomposition en mettant en liberté du mercure métallique. Le liquide contenu dans le tube, distillé dans un appareil rempli d'hydrogène, passe entre 240 et 245 degrés et se condense en un liquide qui répand à l'air d'épaisses fumées, et se décompose immédiatement au contact de l'eau en donnant naissance à un dégagement abondant de gaz combustible, et laissant pour résidu de l'alumine gélatineuse. Il s'est donc formé dans ces conditions de l'*aluminium propyle*, de même qu'il se forme de l'aluminium éthyle dans l'action réciproque de l'aluminium et du mercure éthyle.

» La composition du mercure propyle, entièrement comparable à celle du mercure éthyle, est représentée par la formule

$$Hg(C^6H^7)^2.$$

» *Stanpropyles*. — J'ai, dans un long Mémoire consacré à l'étude des radicaux organométalliques, et dans lequel je me suis efforcé d'expliquer le rôle de ces intéressants composés, fait connaître une série de produits se rapportant à l'étain, dans lesquels ce métal, qui fonctionne comme élément tétratomique, se trouve associé à 2, 3, 4 équivalents de méthyle ou d'éthyle composés, qui sont représentés par les formules

$$Sn(C^2H^3)^2,\quad Sn(C^2H^3)^3,\quad Sn(C^2H^3)^4,$$
$$Sn(C^4H^5)^2,\quad Sn(C^4H^5)^3,\quad Sn(C^4H^5)^4.$$

» Les composés $Sn(C^2H^3)^4$ et $Sn(C^4H^5)^4$, dans lesquels le métal est saturé, ne sauraient jouer le rôle de radicaux, tandis que, l'étain n'étant pas arrivé à l'état de saturation dans les composés qui les précèdent, ceux-ci peuvent s'assimiler 2 ou 1 équivalents d'oxygène, de chlore, de brome, d'iode, de cyanogène pour engendrer des composés, dont l'existence ainsi que la composition était prévue d'avance, et qui se comportent à la manière des oxydes, chlorures, iodures, cyanures métalliques. On ne pouvait douter, d'après cela, de la possibilité d'engendrer des composés analogues dans la série du propyle; néanmoins il devenait intéressant de les produire et d'en étudier les propriétés. C'est ce que je me suis empressé de faire, en mettant à profit l'alcool propylique que j'avais à ma disposition.

» Lorsqu'on fait agir l'étain en feuilles minces sur l'iodure de méthyle, à la température de 120 à 130 degrés, le métal disparaît promptement et donne une masse solide magnifiquement cristallisée qui n'est accompagnée que de traces d'un produit liquide à odeur de moutarde, composé qui se forme au contraire en quantités considérables, lorsqu'on remplace l'étain pur par des alliages renfermant de 5 à 8 pour 100 de sodium.

» Remplace-t-on l'iodure de méthyle par celui d'éthyle, dans l'expérience précédente, on observe pareillement la formation assez rapide d'un composé solide; mais le produit liquide à odeur pénétrante apparaît, dans ce cas, en proportion plus considérable que précédemment.

» La composition des iodures solides et cristallisés est représentée par les formules

$$Sn(C^2H^3)^2 I^2 \quad \text{et} \quad Sn(C^4H^5)^2 I^2;$$

celle des iodures liquides à odeur pénétrante par

$$Sn(C^2H^3)^3 I \quad \text{et} \quad Sn(C^4H^5)^3 I.$$

» En substituant l'iodure de propyle aux iodures éthylique et méthylique, j'ai obtenu des différences très-tranchées. Lorsqu'on chauffe entre 110 et 120 degrés, dans des tubes scellés à la lampe, des feuilles minces d'étain avec de l'iodure de propyle, on voit se produire des cristaux d'iodure rouge d'étain, accompagné d'une proportion presque insignifiante de lamelles blanches. La substance formée dans ces circonstances demeure liquide et répand l'odeur forte et pénétrante qui rappelle celle des iodures de tristanméthyle et de tristanéthyle. Ce composé s'obtient plus facilement et plus promptement en chauffant au bain-marie dans des tubes scellés de l'iodure de propyle avec un alliage d'étain et de sodium renfer-

mant 6 pour 100 de ce dernier et réduit en poudre grossière. Après une chauffe de huit à dix heures, l'action est entièrement terminée. On épuise alors le contenu des tubes par de l'éther, on filtre et l'on chauffe au bain d'eau pour chasser l'éther; après quoi, on procède à la distillation du liquide restant. La température s'élève très-rapidement à 265 degrés; il ne s'est alors condensé dans le récipient que de très-petites quantités du liquide, le reste passe en entier entre 265 et 272 degrés.

» Ce dernier, soumis à une nouvelle rectification, fournit un liquide incolore à odeur pénétrante qui excite le larmoiement et irrite la peau qu'il rubéfie. Le liquide rectifié bout régulièrement entre 269 et 270 degrés. Sa densité est de 1,692 à 16 degrés. L'analyse de ce produit conduit à la formule

$$Sn(C^6H^7)^3I.$$

» C'est donc, comme on pouvait le prévoir, l'*iodure de tristanpropyle*. L'action de l'iodure de propyle sur l'étain pur présente donc des résultats différents de ceux que fournissent ses homologues inférieurs, qui, dans les mêmes circonstances, donnent naissance presque exclusivement à des iodures cristallisés.

» En distillant l'iodure de tristanpropyle avec une solution très-concentrée de potasse caustique, à laquelle on ajoute des fragments de cette substance, on recueille dans le récipient un liquide formé de deux couches, dont l'inférieure est une huile pesante qui surnage de l'eau qui en est saturée. Abandonnée au refroidissement, cette huile se concrète en une masse formée de prismes magnifiques entre-croisés dont la réaction est alcaline. C'est l'oxyde de tristanpropyle hydraté

$$Sn(C^6H^7)^3O, HO.$$

» Distillés sur des fragments de baryte anhydre, ces cristaux se déshydratent et donnent un liquide huileux, qui est l'oxyde de tristanpropyle anhydre

$$Sn^2(C^6H^7)^6O^2.$$

» Ajoute-t-on de l'eau à ce liquide, il se concrète en s'échauffant et reproduit l'hydrate précédent. Cet oxyde forme, avec l'acide sulfurique, un composé peu soluble dans l'eau, qui se dissout mieux dans l'alcool, et s'en sépare par l'évaporation sous la forme de beaux prismes.

» Les acides acétique, formique, butyrique, etc., forment, avec cet oxyde, des composés magnifiquement cristallisés, qui présentent la plus

grande ressemblance avec les formiates, acétates, etc., de tristanméthyle et de tristannéthyle.

» Enfin lorsqu'on chauffe dans un tube fermé par un bout un mélange d'iodure de tristanpropyle et de cyanure d'argent, il se sublime des aiguilles déliées incolores de cyanure de tristanpropyle.

» *Nitropropane.* — L'iodure de propyle réagit sur l'azotite d'argent à la température ordinaire, le mélange s'échauffe très-notablement, et, si l'on enferme les matières dans un tube scellé, qu'on maintient pendant quelques heures à la température du bain-marie, l'action est complète au bout de ce temps. En distillant au bain d'huile le produit de cette réaction, il passe un liquide qui commence à bouillir au-dessous de 100 degrés; mais bientôt la température s'élève et se fixe entre 126 et 130 degrés, température à laquelle passent les dernières gouttes. En rectifiant cette dernière portion, qui en forme la principale partie, on obtient un liquide incolore, très-mobile, insoluble dans l'eau, dont la densité diffère peu de celle de ce liquide. Il bout entre 125 et 128 degrés, sans éprouver d'altération. Sa vapeur est combustible et brûle avec une flamme jaunâtre. Ce produit, qui est isomère du nitrite de propyle et dont la composition est représentée par la formule

$$C^6H^7(AzO^4),$$

peut être considéré comme l'hydrure de propyle mononitré, et, par suite, l'homologue des intéressants composés obtenus par MM. V. Meyer et O. Stuber dans l'action réciproque des iodures de méthyle, d'éthyle et d'amyle et de l'azotite d'argent.

» De même que ces composés, le produit que je viens de décrire, et que je désignerai sous le nom de *nitropropane*, se change, sous l'influence de l'hydrogène naissant, en propylamine, dont j'ai constaté les propriétés, ainsi que celles du chloroplatinate.

» Comme les composés précédents, le nitropropane forme, avec une dissolution de soude dans l'alcool anhydre, un composé cristallisé sous la forme de lamelles, peu soluble dans l'alcool froid, dont la composition, analogue à celle du nitréthane sodique, est représentée par la formule

$$C^6H^6Na(AzO^4).$$

» Une solution d'iode dans l'iodure de potassium se décolore au contact d'une dissolution de nitropropane sodique. Il est probable qu'il se forme dans ce cas, comme avec le nitréthane sodique, le composé

$$C^6H^6I(AzO^4).$$



» Je n'ai pas poussé plus loin cette étude, qui n'eût rien fait connaître de plus que ce que nous ont appris les recherches de MM. Meyer et Stuber au sujet de ses homologues inférieurs, et je n'avais du reste que très-peu de matière à ma disposition.

» Il ressort seulement de ce qui précède que l'iodure de propyle, placé entre les iodures d'éthyle et d'amyle, se comporte comme eux, ainsi qu'on pouvait s'y attendre, à l'égard de l'azotite d'argent, et qu'il engendre, non l'azotite de propyle normal, mais bien le dérivé mononitré de l'hydrocarbure

$$C^6 H^8.$$ »

BOTANIQUE. — *De la théorie carpellaire d'après des Papavéracées* (1re Partie, *Papaver*); par M. A. Trécul.

« Depuis le commencement du siècle, il a été publié des avis très-différents sur la nature des carpelles des Papavéracées.

» 1° Les premiers botanistes qui ont admis la théorie des feuilles carpellaires ont pensé que les placentas pariétaux des Papavéracées et autres plantes sont formés par les bords soudés des feuilles, qui portent directement des ovules. Cette opinion a encore de nombreux partisans.

» 2° MM. Aug. de Saint-Hilaire et A. Richard furent des premiers à prétendre que les cordons pistillaires ne sont pas produits par des nervures marginales des feuilles; ils virent en eux des prolongements de l'axe soudés avec les bords de ces feuilles.

» 3° M. H. Mohl, qui pensait que la théorie d'après laquelle les placentas représentent les bords des carpelles a été exprimée d'une manière beaucoup trop générale et sujette à de nombreuses exceptions, était disposé à croire que, dans beaucoup de carpelles (et ceux des Pavots seraient du nombre), la face supérieure de la feuille est susceptible de se transformer en placentas et de produire des ovules.

» En 1845, déjà disposé à admettre que l'ovaire des Papavéracées n'est pas formé par des feuilles, mais par une modification de la tige, ainsi que le prouve le Mémoire inédit, daté de 1842, que je mets sous les yeux de l'Académie, je dis néanmoins, avec M. Paty, la théorie des feuilles carpellaires étant reçue, que « le *placenta* (c'est-à-dire le cordon placentaire ou » pistillaire) *représente la nervure médiane*, et non les bords des feuilles » soudés entre eux ou avec un prolongement de l'axe. » M. Clos a aussi exprimé depuis le même avis.

» 4° En 1868, M. Van Tieghem a émis l'opinion que l'ovaire des Papa-

véracées est formé par deux verticilles de feuilles, dont les unes, fertiles, porteraient les ovules, tandis que les autres, stériles et alternes avec les précédentes, constitueraient les valves.

» 5° Enfin M. D. Clos, après avoir exposé l'avis que je viens de rappeler, indique qu'il incline à reconnaître chez les Papavéracées deux sortes de pistils : « les uns, *peut-être de nature foliaire*, et dont les éléments naîtraient » isolés; les autres, *peut-être de nature axile*, apparaissant sous la forme de » cupule, et propres au genre *Papaver*. »

» Je ne parlerai de la théorie de M. Schleiden qu'en traitant des plantes que ce savant botaniste a nommées. Les opinions que je viens de rappeler suffisent pour montrer combien sont divisés les botanistes, qui ont admis la nature foliaire des carpelles des plantes, dont je m'occupe en ce moment. En discutant ces différents avis, je m'appuierai principalement sur des caractères anatomiques; eux seuls peuvent nous éclairer sur la véritable nature des carpelles. Quelque séduisant que soit l'examen des formes variées que peuvent prendre les parties de la fleur par des développements anormaux, il est urgent de renoncer aux conclusions illusoires qui en ont été déduites, puisque des monstruosités diverses peuvent conduire aux avis les plus opposés.

» J'ose espérer que les détails anatomiques que je vais décrire jetteront quelque lumière sur la théorie carpellaire, en ce qui concerne les Papavéracées.

» La tige florifère des Pavots présente une structure plus complexe dans les *Papaver somniferum*, *orientale* et *bracteatum* que dans les *P. Rhœas* et *hybridum*. Celle de ces deux dernières espèces ne montre qu'une rangée circulaire de faisceaux : les uns, plus petits, alternent souvent avec régularité avec autant de faisceaux un peu plus volumineux; tandis que chez les premières espèces citées, il y a, dans la tige, trois, quatre ou cinq cercles concentriques de faisceaux, dont les plus gros sont les plus internes et les plus petits les plus externes. Les faisceaux d'une série donnée sont alternes avec ceux de la série interne ou externe immédiatement voisine.

» Tous ces faisceaux, qui ont leur partie libérienne tournée vers l'extérieur, ne contractent que bien rarement d'union entre eux ailleurs qu'à l'insertion des feuilles, où ceux qui doivent entrer dans ces organes se relient par des anastomoses avec les faisceaux voisins, destinés à fermer de nouveau le cylindre vasculaire, près de la base de la feuille. Dans le réceptacle, au contraire, l'alliance des faisceaux est générale. Tous s'unissent les uns aux autres, et quand il y en a sur plusieurs rangées concentriques, les plus

internes s'anastomosent avec leurs voisins plus externes, ceux-ci avec ceux qui sont les plus proches vers l'extérieur, etc.

» Il en résulte un réseau très-compliqué, multiple en quelque sorte, de la surface des faisceaux duquel émanent les fascicules qui vont aux sépales, aux pétales et aux étamines, dans les *Papaver orientale*, *bracteatum* et *somniferum*.

» L'insertion de chaque sépale et de chaque pétale embrassant un arc plus ou moins étendu, chacun d'eux reçoit plusieurs faisceaux en nombre variable; et il est à noter que quelques faisceaux de la corolle ont une même base que certains faisceaux du calice. Chaque étamine, au contraire, ne reçoit de la tige qu'un seul fascicule.

» Chez les *Papaver Rhœas* et *hybridum* (il en est de même chez le *Chelidonium quercifolium*), les faisceaux de l'axe, après avoir émis les faisceaux du calice, se distribuent en quatre gros faisceaux. La section transversale de leur ensemble a la figure d'un carré à angles mousses. C'est de la base des intervalles ou rayons médullaires que ces quatre faisceaux laissent entre eux, que sortent en éventail les faisceaux des pétales, dont l'insertion se confond, à un certain degré, avec celle des faisceaux du calice les plus proches. Un peu plus haut, ces quatre gros faisceaux de la tige se réunissent de nouveau; puis ils se divisent en un nombre de faisceaux plus considérable même qu'à l'insertion du calice; et ils se disposent en un réseau à mailles étroites et courtes, des bords desquelles émanent les fascicules qui vont aux étamines.

» Assez souvent deux étamines sortent d'une même maille, une de chaque côté, adhérant au côté du faisceau de la tige correspondant; et, de plus, assez fréquemment aussi, deux étamines, et beaucoup plus rarement trois, ont pour base un même fascicule, et ont par conséquent la même insertion. Je me réserve d'examiner plus tard si les étamines des Pavots sont des feuilles au même titre que les pétales et les sépales.

» Dans les *Papaver somniferum* et *orientale*, bien que le système vasculaire ne s'assemble pas, à l'insertion des pétales, en quatre gros faisceaux, comme dans les *P. Rhœas* et *hybridum*, il se divise aussi, pour émettre les étamines, en un nombre de faisceaux plus grand qu'auparavant. Au contraire, dans toutes les espèces citées, le système vasculaire se répartit, à la base de l'ovaire, en un nombre de faisceaux moindre, égal à celui des carpelles; en sorte que plusieurs des faisceaux du réseau qui supporte les étamines, quelquefois cinq ou six, s'unissent en un pour former chaque cordon pistillaire.

» Ces cordons, en s'écartant de bas en haut, donnent lieu à la cavité ovarienne. Vers le sommet de celle-ci, au-dessous du stigmate, ils se rapprochent plus ou moins: puis ils se bifurquent ou se divisent en trois ou plusieurs faisceaux. Dans les *Papaver Rhæas, hybridum, orientale*, chaque cordon, en se partageant au sommet, donne à droite et à gauche une branche qui, en s'alliant à la branche correspondante du cordon voisin, forme, au-dessus de chaque valve de l'ovaire, une arcade vasculaire, dont les faisceaux se prolongent dans la partie supérieure du lobe stigmatique, et produisent les fascicules qui sont répandus dans ce lobe. De chaque fourche sort en outre un faisceau médian, qui semble prolonger le cordon pistillaire, dans les *Papaver orientale* et *Rhæas*. Dans le *P. somniferum*, les cordons pistillaires se divisent chacun en plusieurs faisceaux; les inférieurs de chaque côté forment au-dessus des valves une première arcade, de laquelle part un prolongement vasculaire qui s'étend, en suivant la face interne du lobe stigmatique, dans la région supérieure de celui-ci, où il répand latéralement, ainsi que dans la région moyenne voisine, des ramifications nombreuses. D'autres branches du même cordon pistillaire forment un peu plus haut, et sur un plan plus externe, une autre arcade fibrovasculaire, des côtés de laquelle partent des faisceaux, qui envoient des rameaux très-multipliés dans la région moyenne et surtout dans la région inférieure du lobe stigmatique. Enfin un fascicule médian, émanant d'entre les faisceaux formant les deux arcades collatérales supérieures, et parfois adhérant au côté externe d'une de ces arcades, va s'unir, d'une part, par ses branches latérales, avec des faisceaux réticulés, partis du sommet des arcades adjacentes; d'autre part, par son extrémité supérieure, il s'allie avec les faisceaux les plus élevés de la lame placentaire placée au-dessous, lesquels faisceaux, comme tous ceux qui sont répandus et anastomosés entre eux dans ces placentas, et dont les ramifications extrêmes se terminent dans les ovules, sont nés de la face interne du cordon pistillaire contigu au placenta auquel ils appartiennent.

» Les cordons pistillaires, en parcourant longitudinalement l'ovaire, laissent entre eux de larges espaces, qui sont occupés par ce que l'on a appelé *les feuilles carpellaires*, tout court, ou *les feuilles carpellaires stériles*, pour qui admet que chaque cordon pistillaire des *Papavéracées* est *une feuille carpellaire fertile;* mais, si l'on étudie avec attention ces espaces ou prétendues feuilles stériles, on peut remarquer qu'ils ne sont point pourvus d'une nervure médiane, et que les nervures qui les traversent dans tous les sens y forment un réseau irrégulier, dont les faisceaux principaux s'insèrent sur

les cordons pistillaires voisins. Il n'y a point là d'apparence de feuille. Il semble, au contraire, que chaque espace représente seulement une maille du système vasculaire, beaucoup plus grande que celles du réceptacle, qui sont très-petites, lequel espace ou maille, à cause même de sa grande étendue, est garni d'un réseau vasculaire secondaire. Le fruit encore vert du *Papaver hybridum* et d'autres espèces est particulièrement instructif à cet égard. Les faisceaux les plus puissants de ce réseau secondaire sont insérés sur la partie supérieure des cordons pistillaires; ils descendent dans ce tissu intermédiaire, en s'atténuant graduellement de haut en bas. En outre, dans les *Papaver somniferum, orientale* et *bracteatum,* les faisceaux de ce tissu, qui a plus d'épaisseur chez ces plantes que chez les petites espèces, montrent bien également qu'il ne saurait être ici question de feuilles, parce que les faisceaux s'y multiplient surabondamment sur des plans divers, depuis la face interne de l'ovaire, près de laquelle ils apparaissent d'abord, jusqu'au voisinage de la face externe, ainsi que cela se voit aussi dans l'*Argemone grandiflora* et dans quantité d'autres fruits étrangers à cette famille, dont je parlerai plus tard. Ces faisceaux du péricarpe se montrent dans l'ovaire dès le jeune âge, bien avant que le pistil soit arrivé à l'époque de la fécondation, dans le *P. orientale*, etc., et ils s'y développent, comme je viens de le dire, de la face interne à la face externe, contrairement à une opinion émise en 1869. Leur réticulation est telle, qu'aucune assimilation ne peut être faite avec celle des faisceaux de la tige, ou avec celle des nervures de la lame des feuilles, ni même avec la disposition des faisceaux qui entrent dans la composition du rachis, qui, dans les *Papaver orientale* et *bracteatum,* offre quelques fascicules à l'extérieur des faisceaux principaux, et quelques autres entre ces derniers et vers la face interne du rachis, comme on en observe aussi dans la moelle de la tige. Dans ce rachis et dans la tige, les faisceaux montent droits, et ne sont anastomosés que bien rarement dans la tige, ainsi que je l'ai dit; et dans le rachis ces faisceaux droits, parallèles, sont seulement reliés, à des distances relativement grandes, par des fascicules obliques; tandis que, dans les carpelles des *Papaver orientale, bracteatum* et *somniferum*, les faisceaux du tissu subvalvaire et valvaire ne sont ni verticaux ni parallèles; leurs mailles ne sont point allongées, mais fort courtes, et elles forment, sur plusieurs plans, un réseau très-serré, d'un aspect tout différent de l'arrangement des faisceaux dans la tige et dans le rachis, et ne ressemblant pas davantage au réseau simple de la lame foliaire.

» On voit par ce qui précède que, si la charpente du pistil des *Papaver*

peut inspirer la pensée de rapprocher sa structure de celle de la tige, que l'ovaire prolonge, les caractères anatomiques de son stigmate et de son tissu subvalvaire en font un organe d'une constitution aussi particulière qu'est spéciale la fonction qu'il remplit.

» Je terminerai cette Note par quelques remarques sur l'organogénie du pistil des Pavots. Elles ne seront pas superflues, je crois, et suppléeront à ce qu'a de trop bref la description de notre regretté confrère, M. Payer, et à ce qui lui manque.

» L'ovaire des *Papaver* commence par une sorte de petite coupe, dont les bords, un peu ondulés, qui s'élèvent autour d'un mamelon central, occupant le fond de la coupe (*P. hybridum*), présentent sur leur face interne un nombre de renflements égal à celui des placentas. Ces renflements suivent le développement de la coupe en hauteur, et ils deviennent aussi peu à peu plus saillants à l'intérieur, où ils figurent comme des cloisons incomplètes. Cependant les parties des bords de la coupe qui alternent avec ces renflements internes ou placentas, ont un peu d'avance sur les parties opposées à ces placentas. Cette inégalité s'accentue davantage à mesure que la coupe ou le sac ovarien s'accroît, de façon que les bords de celui-ci deviennent manifestement lobés. Telle est l'origine des lobes stigmatiques. Quand l'ovaire atteint une certaine hauteur (environ 1 millimètre pour le *P. hybridum*, 1 millimètre et demi pour le *P. orientale*), il se fait autour de sa partie supérieure sinueuse une sorte de bourrelet, qui ébauche, d'une part, les crêtes stigmatiques, d'autre part, le contour basilaire du disque du stigmate, et recouvre ainsi graduellement le sommet des valves. Puis les jeunes lobes stigmatiques, à mesure qu'ils croissent, s'infléchissant vers le centre du pitil, se juxtaposent latéralement, et ferment l'ovaire quand leurs sommets convergents se touchent au centre du cercle. Pendant cette juxtaposition des lobes ou un peu après, leurs bords, relevés en crêtes rayonnantes, se couvrent, ainsi que les parois supérieures des lames placentaires, des cellules plus ou moins allongées, caractéristiques de ces parties stigmatiques. On voit par là que les lobes du stigmate surmontent les valves, et que ce sont les bords papillaires, contigus, de deux lobes voisins, qui forment les crêtes rayonnantes opposées aux cordons pistillaires et aux placentas.

» La courbe de déhiscence des valves, qui sont composées de cellules plus petites que celles des tissus placés au-dessus et au-dessous d'elles, et qui sont parcourues par un fin réseau de fascicules émanés des faisceaux supérieurs du tissu subvalvaire, la courbe de déhiscence, dis-je, s'accuse aussi d'assez bonne heure. Elle est marquée à l'extérieur par un léger renflement

de la partie supérieure de chaque valve, et recouverte par le pourtour saillant du plateau stigmatique.

» Quant aux ovules, ils apparaissent du centre à la circonférence, c'est-à-dire que les premiers naissent sur le bord libre du placenta, de sa ligne longitudinale la plus proéminente, la plus rapprochée de l'axe de l'ovaire, et de là ils s'avançent successivement vers l'insertion du placenta (*Papaver orientale*). Ils commencent par de petits mamelons espacés sur les faces de la lame placentaire. Chacun s'élève sous la forme d'un cône ou la figure d'une sorte de pain de sucre, à quelque distance de la base duquel se manifeste un premier bourrelet circulaire, qui est la secondine, et un peu plus tard au-dessous de lui un autre bourrelet, qui constituera la primine.

» La distribution des ovules sur les placentas des *Papaver* me suggère une autre objection à la théorie des feuilles carpellaires. Plusieurs défenseurs de cette théorie, et parmi eux des plus éminents, admettent que chaque ovule est formé, suivant les cas, par une dent de la feuille ou par un lobe, ou par une partie plus considérable de cette feuille, ou même par la feuille tout entière. Dans les *Papaver*, dont les feuilles-carpelles sont dites soudées par les bords, les ovules naîtraient de ces bords, suivant la théorie, et ils seraient formés par les lobes ou par les dents de chaque feuille. Or, une lame foliaire de la dimension d'un carpelle ne saurait avoir plus d'une douzaine de dents de chaque côté; par conséquent il devrait y avoir environ vingt-quatre ovules sur chaque placenta. On sait que les ovules sont incomparablement plus nombreux sur les placentas des *Papaver*, et qu'ils sont répandus sur des surfaces d'une assez grande étendue. De plus, si l'on étudie l'insertion du faisceau que chaque ovule reçoit, on reconnaît que tous ces faisceaux des ovules partent des côtés des mailles d'un réseau irrégulier, parallèle aux faces du placenta, et produit par les branches extrêmes des faisceaux émanés des cordons pistillaires (*Papaver somniferum*). On n'a donc aucune raison pour soutenir que les ovules sont produits par les dents ou par les lobes des feuilles carpellaires, soit que l'on considère toutes ces feuilles comme fertiles, soit que l'on regarde les seuls cordons pistillaires comme les feuilles ovulifères.

» N'est-il pas évident que, de quelque côté que l'on envisage cette théorie, on trouve, en ce qui concerne les *Papaver*, qu'elle ne peut soutenir un examen sévère ? »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Desmazières, pour l'année 1872.

MM. Brongniart, Trécul, Decaisne, Duchartre, Tulasne réunissent la majorité des suffrages.

Le Membre qui, après eux, a obtenu le plus de voix est M. Pasteur.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Thore, pour l'année 1872.

MM. Blanchard, Milne Edwards, Decaisne, Duchartre, Brongniart réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Trécul, Tulasne, de Quatrefages, Pasteur.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches physiologiques sur la corde du tympan;* par M. A. VULPIAN.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

« Mes anciennes recherches sur l'anastomose de la corde du tympan avec le nerf lingual m'avaient amené à conclure que ce rameau nerveux n'accompagne le nerf lingual que jusqu'au point où se détachent de ce nerf les filaments nerveux destinés au ganglion sous-maxillaire et à la glande sous-maxillaire. En effet, en examinant le nerf lingual sur des lapins, quinze ou vingt jours après que j'avais arraché la portion intra-pétreuse du nerf facial, et rompu, par conséquent, la corde du tympan, je ne trouvai pas de fibres altérées dans le nerf lingual, au delà de ce point.

» Depuis lors, j'ai fait de nouvelles expériences, principalement en 1871 et en 1872, et j'ai obtenu des résultats différents de ceux que j'avais publiés antérieurement. J'ai constaté, de la façon la plus nette, après avoir coupé la corde du tympan sur des chiens, par le procédé de M. Claude Bernard, que

la corde du tympan, une fois anastomosée avec le nerf lingual, ne s'en sépare pas tout entière pour se rendre à la glande sous-maxillaire, mais qu'une partie de ce filet nerveux accompagne le nerf lingual à la face inférieure de la langue, jusqu'à l'extrémité de cet organe; qu'il donne des filaments à chacun des rameaux de ce nerf, et que ces filaments peuvent être facilement suivis jusqu'à une petite distance des terminaisons de ces divers rameaux.

» Ces résultats ont été communiqués à la Société de Biologie au commencement de l'année 1872. Quelques semaines après cette Communication, j'ai eu l'occasion de parler, devant la même Société, de résultats analogues observés sur des lapins, après l'arrachement du nerf facial. J'attribuais mon erreur ancienne à ce que la corde du tympan fournit chez le lapin un nombre relativement petit de fibres nerveuses à la partie périphérique du nerf lingual.

» M. J.-L. Prevost, de Genève, a confirmé récemment les résultats dont je viens de parler (*Comptes rendus*, 30 décembre 1872). Il a même rendu plus nette encore la démonstration des relations entre la corde du tympan et la partie périphérique du nerf lingual, en prouvant que ces relations existent non-seulement chez le chien et le lapin, mais encore chez le chat, le cobaye, le rat. D'après ses recherches, il incline à penser que les fibres de la corde du tympan se rendent à la membrane muqueuse de la langue.

» Voici donc un premier fait établi : une partie des fibres de la corde du tympan se rend à la langue, en accompagnant les divers rameaux du nerf lingual. L'autre partie abandonne ce nerf et se dirige vers la glande sous-maxillaire.

» Lorsque, quinze jours après la section de la corde du tympan dans la caisse tympanique, on examine les filets nerveux qui se séparent du nerf lingual pour constituer les nerfs de cette glande, on constate que les fibres nerveuses dont ces filets sont formés ne sont pas toutes altérées. Il y a tout au plus la moitié de ces fibres qui présentent la dégénération caractéristique; les autres fibres sont tout à fait saines. On peut donc conclure de ce résultat expérimental que les fibres nerveuses qui forment les filets allant du nerf lingual à la glande sous-maxillaire ne proviennent pas toutes de la corde du tympan. Cela posé, on pouvait se demander si c'est bien à l'excitation des fibres provenant de la corde du tympan elle-même qu'il faut attribuer *tous* les phénomènes qui se manifestent sous l'influence de l'électrisation du nerf lingual ou des filets glandulaires qui s'en séparent; je veux

parler, d'une part, de l'augmentation de la sécrétion salivaire, et, d'autre part, de la dilatation des vaisseaux de la glande, de l'accélération du courant sanguin dans cet organe, du passage du sang rouge des artères dans les veines, sans changement notable de coloration, c'est-à-dire de tous les phénomènes que M. Cl. Bernard a fait connaître.

» J'ai mis à découvert, sur un chien, le nerf lingual, dans sa région tout à fait supérieure, et la corde du tympan entre son orifice de sortie de l'os temporal et le point où elle se réunit au nerf lingual, après avoir préparé la glande sous-maxillaire, ses vaisseaux et le conduit de Wharton, de façon à pouvoir examiner en même temps tous les phénomènes en question. L'électrisation du nerf lingual, pratiquée, après section préalable, au-dessus du point où il reçoit la corde du tympan, n'a déterminé aucune modification de sécrétion ou de circulation dans la glande sous-maxillaire. Tous les phénomènes sécrétoires et circulatoires que j'ai rappelés tout à l'heure se sont, au contraire, manifestés lorsqu'on a électrisé isolément la corde du tympan, soit avant, soit après la section : ils sont donc *tous* sous la dépendance exclusive de ce filet nerveux.

» Les rapports de la corde du tympan avec la glande sous-maxillaire se trouvant déterminés par ces expériences, avec un peu plus de précision qu'ils ne l'étaient auparavant, j'ai voulu étudier aussi les relations physiologiques de ce filet nerveux avec la langue. Les résultats suivants sont les seuls bien nets que j'aie obtenus jusqu'ici.

» Après avoir reconnu que la corde du tympan se distribue à la langue, en accompagnant les diverses branches, les rameaux et ramuscules du nerf lingual, j'ai cherché si cette anastomose ne jouerait pas un rôle important dans la production d'un phénomène physiologique que nous avons découvert, M. Philipeaux et moi, il y a dix ans, et que nous avons communiqué alors à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus*, 25 mai 1863). Nous avions fait voir que, chez le chien, lorsque le nerf hypoglosse d'un côté est coupé, le nerf lingual du même côté acquiert au bout de quelques jours une excitabilité motrice telle, que les excitations galvaniques ou mécaniques faites sur le bout périphérique de ce nerf, après sa section transversale préalable, déterminent de fortes contractions dans la moitié correspondante de la langue. Or on sait, et nous avons maintes fois constaté que le bout périphérique du nerf lingual, après sa section transversale préalable, peut être excité chez le chien de toutes les façons, lorsque le nerf hypoglosse du même côté est intact, sans qu'il se produise la moindre contraction dans la langue. La section du nerf hypoglosse modifie donc peu à peu les

relations physiologiques des extrémités périphériques du nerf lingual avec les muscles de la langue, de telle sorte que ces extrémités, qui ne provoquent aucune contraction de ces muscles, dans l'état normal, deviennent aptes à les mettre en contraction lorsque le nerf hypoglosse coupé a lui-même perdu sa motricité.

» Cette aptitude motrice, qui commence à se manifester dans le nerf lingual quatre ou cinq jours après la section du nerf hypoglosse, et qui augmente progressivement pour devenir considérable au bout de vingt à trente jours, appartient-elle aux fibres propres du nerf lingual, ou bien doit-elle être attribuée aux fibres anastomosiques fournies à ce nerf par la corde du tympan? Telle est la question que je me suis posée, à la suite de mes recherches sur la distribution de la corde du tympan. La marche à suivre pour répondre à cette question était pour ainsi dire tracée d'avance.

» Sur plusieurs chiens, je fis la section des deux nerfs hypoglosses; puis, au bout de quelques jours, je coupai la corde du tympan d'un seul côté, dans la caisse tympanique. Sur ces chiens, j'examinai l'action des nerfs linguaux sur la langue, quinze jours ou trois semaines après la seconde opération. J'ai vu constamment, du côté où la corde du tympan était intacte, les excitations galvaniques ou mécaniques du nerf lingual déterminer des mouvements dans la moitié correspondante de la langue, tandis que, du côté où la corde du tympan avait été coupée, les mêmes excitations, faites sur le lingual, n'avaient aucune action appréciable sur les muscles de la langue.

» Dans une autre série d'expériences, j'ai excité sur des chiens un segment du nerf hypoglosse des deux côtés. Vingt-cinq jours après cette opération, j'ai mis à découvert, des deux côtés, la corde du tympan dans toute l'étendue de son parcours, depuis son orifice de sortie du rocher jusqu'au point où elle s'unit au nerf lingual. Ce filet nerveux étant soulevé sur une baguette de verre, je l'ai électrisé avec des courants continus ou interrompus assez faibles. Chaque excitation provoquait immédiatement un mouvement bien net dans la moitié correspondante de la langue. L'effet était le même, en ce qui concerne le mouvement de la langue, lorsque la corde du tympan avait été coupée près du rocher, et lorsqu'on électrisait ce filet nerveux, en l'écartant de tous les tissus environnants, pour qu'il n'y eût plus de communication possible entre lui et le nerf lingual que par le point où il s'unit à ce nerf. Dans une expérience de cette série, la pression du nerf lingual entre les mors d'une pince, au-dessus du point où a lieu cette anastomose,

ne déterminait aucune contraction de la moitié correspondante de la langue, tandis qu'une excitation pareille faite au-dessous de ce point produisait un mouvement assez fort de cette partie.

» Ces expériences me paraissent démontrer que l'excitabilité motrice acquise par le nerf lingual, après la section du nerf hypoglosse du côté correspondant, réside, non dans les fibres propres du nerf lingual, mais dans les fibres nerveuses anastomotiques qu'il reçoit de la corde du tympan. Une autre conséquence, moins directe il est vrai, de ces expériences, c'est que les fibres de la corde du tympan, qui accompagnent le nerf lingual dans sa distribution à la langue, se rendent, en partie du moins, aux faisceaux musculaires de cet organe.

» Mais pourquoi ces fibres nerveuses, qui proviennent du nerf facial, nerf moteur, ne possèdent-elles pas, à l'état normal, d'action sur ces faisceaux musculaires? Et pourquoi acquièrent-elles une aptitude motrice considérable, lorsque le nerf hypoglosse du côté correspondant est coupé depuis plusieurs jours? Nous ne sommes pas en mesure, pour le moment, de répondre à ces questions. »

VITICULTURE. — *Sur la possibilité d'appliquer la submersion de la vigne pour détruire le* Phylloxera *dans la vallée du Rhône;* Note de M. A. **Dumont**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

« La submersion de la vigne pendant l'automne ou l'hiver, sur une hauteur de 50 à 60 centimètres d'eau, étant jusqu'ici le seul remède reconnu efficace contre le *Phylloxera*, il est opportun de rechercher dans quelle mesure ce remède peut être appliqué. Cette Note a pour but de répondre à la question, pour une notable partie de la vallée du Rhône.

» Depuis plusieurs années, j'étudie la création d'un canal d'irrigation dans cette vallée. Ce canal, qui, dans le courant de l'été dernier, a été tracé sur le terrain dans toute son étendue, dériverait, à la hauteur de Condrieu, près de Vienne, un volume de 33 mètres cubes par seconde à l'extrême étiage, et dans l'état ordinaire 45 mètres cubes. Le volume d'extrême étiage du Rhône étant à la prise d'eau de 300 mètres cubes par seconde, et de 600 mètres cubes dans l'état ordinaire, la création d'un tel canal ne peut pas nuire à la navigation, et il est prouvé que ce prélèvement n'aurait aucune influence sensible sur les hauts fonds.

» Ce volume d'eau est destiné à être versé sur le territoire de quatre

départements : Drôme, Vaucluse, Gard, Hérault. Le canal, profitant du défilé de Mornas, arroserait dans la Drôme et dans Vaucluse le flanc gauche de la vallée, entre Condrieu et Mornas, sur 180 kilomètres, et le flanc droit, de Mornas à Montpellier, sur 150 kilomètres, dans le Gard et l'Hérault.

» L'utilité du canal serait double : en été, il créerait une zone d'irrigation de 30 000 hectares au moins ; en automne ou en hiver, il donnerait la possibilité d'inonder par jour 400 à 500 hectares de vignes. Pendant ces deux périodes, il suffirait donc à l'inondation de 80 000 hectares de vignes.

» Le canal, à son origine, serait à la cote de 139 mètres au-dessus du niveau de la mer et se terminerait à Montpellier à la cote 60 ; il créerait dans la banlieue de cette ville des conditions d'irrigation et de force motrice analogues à celles du canal de Marseille.

» La surface irrigable ou inondable serait sur la rive gauche, de Condrieu à Mornas, de 46 000 hectares, et sur la rive droite, de Mornas à Montpellier, de près de 100 000 hectares.

» Le canal traversant la Cèze, le Gardon et le Vidourle en des points élevés, rien ne serait plus facile que de verser dans ces cours d'eau des volumes très-notables en eau du Rhône. De plus, les forces hydrauliques créées par le canal sur tout son parcours s'élèveraient à plusieurs milliers de chevaux-vapeur, avantage d'autant plus grand que le prix de la houille va toujours croissant.

» Je n'ai pas à considérer ici cette œuvre au point de vue des dépenses qu'elle nécessiterait, ni de ses produits possibles ; ce sont là des points de vue administratifs ou techniques qui seront examinés, en temps et lieu, par l'autorité compétente. Mon but, en entretenant l'Académie d'un tel projet, est de prouver que le remède de la submersion, si heureusement découvert par M. Faucon, est applicable sur une vaste échelle dans une des régions les plus éprouvées par le fléau. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les résidus de cinquième puissance;* Note du P. Pépin, présentée par M. Hermite.

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand, Serret.)

« Il existe pour les résidus de cinquième puissance une loi de réciprocité analogue à celles que Gauss et Jacobi ont trouvées, le premier pour les résidus biquadratiques, et le second pour les résidus cubiques. Pour

que cette analogie soit plus évidente, je conserverai la terminologie des deux illustres géomètres.

» Soit $p = 5l + 1$ un nombre premier. Nous supposerons d'abord que le nombre l soit premier avec 5, et nous désignerons par λ la racine de la congruence

$$lx \equiv 1 \pmod{5}.$$

Soit α une racine primitive de p. Posons

$$\alpha^5 \equiv g \,(\text{mod. } p, \quad \alpha^{l\lambda} \equiv f \,(\text{mod. } p).$$

Les nombres qui ne sont pas multiples de p peuvent se ranger en cinq classes, suivant que leurs indices relativement à la racine α sont congrus à 0, à 1, 2, 3 ou 4, par rapport au module 5. Tous ces nombres seront congrus suivant le module p aux termes du tableau suivant :

(0)	$1,$	$g,$	$g^2,$	$g^3, \ldots$	$g^{l-1};$
(1)	$f,$	$fg,$	$fg^2, \ldots$		$fg^{l-1};$
(2)	$f^2,$	$f^2g,$	$f^2g^2, \ldots$		$f^2g^{l-1};$
(3)	$f^3,$	$f^3g,$	$f^3g^2, \ldots$		$f^3g^{l-1};$
(4)	$f^4,$	$f^4g,$	$f^4g^2, \ldots$		$f^4g^{l-1}.$

Les résidus de cinquième puissance sont congrus aux termes de la suite (0); nous dirons qu'ils appartiennent à la classe (0). De même nous dirons qu'un non-résidu de cinquième puissance appartient à la classe (1), (2), (3) ou (4), suivant qu'il sera congru à l'un des termes de la suite (1), (2), (3) ou (4). Nous dirons aussi qu'un nombre est *non-résidu* de classe (i), sans exclure la valeur $i = 0$, qui correspond au cas où le nombre est résidu. Cette convention permettra de comprendre dans un seul énoncé des théorèmes dans lesquels il faudrait autrement deux énoncés, l'un pour la classe (0), et l'autre pour les autres classes.

» Dans la théorie des résidus cubiques, la réciprocité pour les nombres premiers $3l + 1$ se rapporte au facteur complexe $\frac{L + \sqrt{-3}.3M}{2}$, déduit de la solution unique de l'équation

$$4p = L^2 + 27M^2.$$

» Dans la théorie des résidus de cinquième puissance, la loi de réciprocité se rapporte à un facteur complexe du nombre premier $p = 5l + 1$, formé de la manière suivante au moyen des racines cinquièmes de l'unité.

» Désignons par a_i le nombre des termes de la suite

$$2,\ 6,\ 12,\ 20,\ldots,\ k(k+1),\ldots,\ (p-2)(p-1),$$

qui sont compris dans la classe (i). On les distingue à cette propriété commune que leurs indices sont de la forme $5h+i$, et on les trouve aisément dans les Tables de Jacobi dites *Canon arithmeticus*, lorsque le nombre p est compris dans les limites de ces Tables.

» Soit ρ une racine imaginaire de l'équation $x^5-1=0$. Le nombre complexe

$$\varphi(\rho)=a_0+a_1\rho+a_2\rho^2+a_3\rho^3+a_4\rho^4$$

est un facteur complexe du nombre premier p : on sait par le théorème de Cauchy et de Jacobi que l'on a

$$\varphi(\rho)\varphi(\rho^4)=p.$$

» Posons

$$\frac{\varphi(\rho).\varphi(\rho)}{\varphi(\rho^2)\varphi(\rho^4)}=\psi(\rho),\quad \text{d'où}\quad \psi(\rho)=\frac{\varphi(\rho)^3.\varphi(\rho^3)}{p^2}.$$

Le rapport $\psi(\rho)$ joue ici le même rôle que le rapport $\frac{\mathrm{L}-3\sqrt{-3}\mathrm{M}}{\mathrm{L}+3\sqrt{-3}\mathrm{M}}$ dans la théorie des résidus cubiques.

» Soit $q=5q'+1$ un autre nombre premier. Désignons par β la racine primitive de q, qui sert de base à une classification analogue à celle que nous avons définie précédemment pour le nombre $p=5l+1$; par λ' la racine de la congruence $q'^{\lambda'}\equiv 1\ (\text{mod.}\ 5)$; et posons $\beta^{q'\lambda'}\equiv e\ (\text{mod.}\ q')$.

» On aura évidemment $e^5\equiv 1\ (\text{mod.}\ q)$, et par conséquent

$$\varphi(e)\varphi(e^4)\equiv p\ (\text{mod.}\ q).$$

Il résulte de là que le nombre $\psi(e)$ se réduit à un nombre rationnel $\frac{m}{p^2}$, dont le numérateur m est un nombre entier non divisible par q. Ce nombre $\psi(e)$ est donc congru, suivant le module q, à un nombre entier non divisible par q.

» Désignons enfin par c le résidu minimum positif de q', suivant le module 5. Notre loi de réciprocité pour les deux nombres premiers $p=5l+1$, $q=5q'+1$ est exprimée par le théorème suivant :

» *Théorème I.* — « La classe à laquelle appartient le nombre q parmi les » non-résidus de p a pour indice le même nombre i, qui exprime la classe » à laquelle appartient, parmi les non-résidus de q, la valeur de l'expression $\psi(e^c)\ (\text{mod.}\ q)$. »

» Si l'on prend $i = 0$, $\psi(e)$ et $\psi(e^e)$ appartiennent à la même classe, de telle sorte que l'on a l'énoncé suivant :

» *Théorème II.* — « Le nombre q est résidu ou non-résidu de cinquième » puissance par rapport à p, suivant que la valeur de l'expression $\psi(e) (\text{mod.}\, q)$ » est un résidu ou un non-résidu de q. »

» Comme vérification, prenons $p = 11$, $p' = 31$. Nous aurons $q' = 6$, $e = 1$, $\lambda' = 1$. Si nous prenons $\beta = 17$, nous aurons $e = 8$.

» D'un autre côté, en prenant $\alpha = 2$ pour base de la classification par rapport à 11, on a

$$\varphi(\rho) = 2 + 4\rho + \rho^3 + 2\rho^4, \quad \varphi(e) \equiv -4,$$

$$\varphi(e^2) \equiv -12, \quad \varphi(e^4) \equiv 5 (\text{mod.}\, 31),$$

d'où

$$\psi(e) \equiv \frac{-16}{12.15} \equiv 8 (\text{mod.}\, 31).$$

Le nombre $\psi(e)$ appartient à la classe (1), suivant le module 31; nous concluons de notre théorème que 31 appartient à la classe (1) suivant le module 11, c'est-à-dire que son indice sera de la forme $5h + 1$. Effectivement l'indice de 31 est 6; on a

$$2^6 - 31 = 33 \equiv 0 (\text{mod.}\, 11).$$

» Si l'on désigne par g le résidu minimum de $\beta^5 (\text{mod.}\, q)$, la congruence

$$\overline{\varphi(e)}^{\,2} \equiv g^m . \varphi(e^2) \varphi(e^4) \quad (\text{mod.}\, q),$$

dans laquelle l'exposant m reste arbitraire, exprime la condition que doivent remplir les coefficients du facteur complexe de p, défini plus haut et désigné par $\varphi(\rho)$, pour que p soit résidu de cinquième puissance. D'ailleurs la relation

$$\varphi(\rho) \varphi(\rho^4) = p,$$

jointe à la condition

$$a_0 + a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + 2 = p,$$

donne les deux conditions

$$a_0(a_1 - a_2 - a_3 + a_4) = a_1 a_4 - a_2 a_3 + (a_1 - a_4)(a_3 - a_2),$$

$$(a_0 - a_4)^2 + (a_1 - a_4)^2 + (a_2 - a_4)^2 + (a_3 - a_4)^2 - (a_0 - a_4)(a_2 - a_4)$$
$$- (a_1 - a_4)(a_3 - a_4) - (a_0 - a_4)(a_3 - a_4) = a_0 + \alpha_1 + a_2 + a_3 + a_4 + 2.$$

On pourrait se servir de ces conditions pour chercher les nombres pre-

miers p de la forme $5l + 1$, dont un nombre premier donné $q = 5q' + 1$ est résidu; mais l'intérêt de cette recherche ne serait pas proportionné à la longueur des calculs.

» Conservons à p, a_i, ρ et $\varphi(\rho)$ la signification expliquée plus haut; la classification du nombre 2 parmi les *non-résidus* de p sera déterminée par le théorème suivant :

» *Théorème III.* — « Le oombre 2 est résidu de cinquième puissance » ou non-résidu, relativement à p, suivaot que le coefficient a_0 est impair » ou pair; dans le second cas, l'un des coefficients a_1, a_2, a_3, a_4 est » impair, tandis que les trois autres sont pairs; si l'on désigne par a_e celui » de ces coefficients qui est impair, la classe (i) du nombre 2 sera déter- » minée par la congruence $i \equiv 2e \pmod{5}$. »

» Le nombre 3 donne lieu à un théorème analogue :

» *Théorème IV.* — « Le nombre 3 est résidu de cioquième puissance par » rapport à p, si le nombre $a_0(a_0 - a_1 - a_3) + (a_1 - a_3)(a_2 - a_4) + a_1 a_2 - 1$ » est divisible par 3; il est oon-résidu dans le cas contraire. »

» *Nouveaux théorèmes sur les nombres.* — Legendre a démontré qu'aucun nombre triangulaire n'est égal à un cube; voici quelques théorèmes analogues :

« 1° On ne peut obtenir aucun cube en ajoutant au double d'un » nombre triangulaire l'un des nombres 3, 5, 7, 11, 17, 41, 61, 77, 85, » 115.

» 2° Si, après avoir multiplié par 18 un nombre triangulaire, on ajoute » au produit l'un des nombres 5, 7, 9, 13, 19, 43, 63, 79, 87, 117, la » somme obtenue n'est jamais égale à un cube.

» 3° Si, après avoir multiplié par 50 les nombres triangulaires 1, 3, 6, » 10,..., on ajoute à chaque produit successivement les nombres 9, 11, » 13, 17, 23, 47, 67, 83, 91, 121, aucune des sommes obtenues n'est un » cube.

» 4° Aucun cube n'est égal à la somme obtenue en ajoutant l'un des » nombres 15, 17, 19, 23, 29, 53, 73, 89, 97, 127 au produit d'un nombre » triangulaire multiplié par 98.

» 5° Si l'on multiplie indéfiniment les nombres triangulaires par 162, » et qu'à chaque produit on ajoute successivement l'un des nombres 23, » 25, 31, 37, 61, 81, 97, 105, 135, aucune des sommes n'est un cube. »

Le P. Pépin adresse en outre, par l'entremise de M. Hermite, un Mémoire intitulé : « Sur les formes quadratiques de certaines puissances de nombres premiers. »

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand, Serret.)

CHIMIE. — *Sur la substitution apparente des métaux à eux-mêmes dans leurs solutions salines;* Note de M. F.-M. Raoult.

(Commissaires : MM. Balard, Fremy, Edm. Becquerel.)

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie une expérience nouvelle rappelant le fait bien connu de l'étamage industriel des épingles (1); voici d'autres expériences analogues :

» Un couple *or-cadmium* (2), plongé dans une solution concentrée et bouillante de sulfate de cadmium, décompose ce sel, et, *en moins d'une minute*, précipite sur l'or une pellicule blanche, brillante et très-adhérente de cadmium métallique. Il n'y a ici aucun avantage à aciduler la solution; l'effet se produit toujours très-vite, même lorsqu'on emploie un sel tout à fait neutre et qu'il ne se dégage point trace d'hydrogène. La même expérience peut se faire avec le chlorure de cadmium, neutre ou acidulé; elle ne réussit pas avec le nitrate.

» Un couple *or-zinc* décompose pareillement les solutions concentrées et bouillantes de sulfate et de chlorure de zinc où on le plonge : l'or est immédiatement blanchi par le zinc déposé. Dans le nitrate, cet effet n'a pas lieu.

» Un couple *or-étain*, plongé dans une solution concentrée et bouillante de protochlorure d'étain, la décompose, et l'or s'y recouvre immédiatement d'étain.

» Dans toutes ces expériences, on peut remplacer l'or des couples par du cuivre; alors, c'est le cuivre qui se recouvre du métal précipité; dans tous les cas, la quantité de ce dernier est trop faible pour être évaluée.

» Les couples *or-fer*, *or-nickel*, *or-antimoine*, *or-plomb*, *or-cuivre*, *or-argent*, complétement plongés dans divers sels du métal en contact avec l'or, ne se comportent pas comme les précédents; ils ne décomposent jamais ces solutions, froides ou chaudes, acides ou non; ils n'en précipitent pas le métal sur l'or, même sous l'influence d'un courant d'hydrogène.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1103.

(2) Formé d'un fil de cadmium roulé en spirale sur une petite lame d'or.

» En résumé, trois métaux se montrent capables de réduire leurs propres sels, lorsqu'ils forment l'élément le plus oxydable d'un couple; ce sont : le zinc, le cadmium et l'étain (1). Ces métaux, en se déposant ainsi sur l'or, forment avec lui de véritables *alliages*. Ils ne se laissent enlever complétement que par l'action prolongée des acides bouillants. La lame d'or, dans toutes les parties où ces métaux l'avaient recouverte, est devenue terne et de couleur brun orangé, ce qui indique une désagrégation évidemment produite par la formation d'un alliage superficiel. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Rapport entre les observations ozonométriques et la mortalité de Paris;* Note de M. O. TAMIN-DESPALLES. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Fremy.)

« Quand les vents passent du sud au nord, on constate qu'à l'ouest l'ozone est au maximum dans l'air, et à l'est au minimum. Quoique trouvé en proportions considérables, l'ozone, dans ce cas, ne présente pas l'odeur caractéristique, due probablement, lorsqu'elle existe, à son mélange avec les vapeurs nitreuses qui se forment pendant les orages d'été, quand l'état électrique de l'atmosphère produit de nombreux éclairs. La formation de l'ozone nitreux, sous l'influence de l'électricité, a été mise hors de doute par les expériences de M. E. Fremy.

» Les quantités d'acide phosphorique dosées dans les urines et résultant de l'oxydation du phosphore dans l'organisme sont, de même que les hauteurs barométriques, ozonométriques et pluviométriques, *maxima* pendant les vents d'ouest, et *minima* pendant les vents d'est.

» En comparant les chiffres des trois mois, octobre, novembre et décembre 1872, très-humides, avec ceux des années 1869 et 1871, par exemple, alors que les vents étaient plutôt du nord, du nord-est ou de l'est, et les observations pluviométriques beaucoup moins élevées [en novembre 1872, elles dépassèrent 117 millimètres (2), la température varia entre 10 et 20 degrés, les vents restèrent à l'ouest, le baromètre oscilla de 740 à 745; un jour même il descendit à 721], on constatera que la mortalité pour octobre, novembre et décembre fut, en 1869, de 10145 (3); en 1871,

(1) La réduction s'arrête nécessairement lorsque, par suite de l'effet produit, les deux lames du couple offrent à l'action du liquide des surfaces identiques.

(2) Observations ozonométriques : 6,02. 1871 = 1,33; 1869 = 2,45.

(3) Observations pluviométriques : 130^{mm},88; ozonométriques : 9,07.

de 10659 (1), et pour 1872 de 9632 (2) seulement (variations de population compensées).

» En août et septembre 1865, après des vents d'est, le choléra éclate à Paris. En octobre, novembre et décembre, 52 jours de vents de sud ou d'est correspondent à 18043 décès, dont 5952 cholériques.

» L'épidémie sévit avec une intensité variable jusqu'en septembre 1866. A ce moment, une série de 25 jours de vents d'ouest et des pluies persistantes de 94 millimètres purifient si bien l'atmosphère, qu'en octobre, novembre et décembre, nous trouvons seulement 9776 décès, dont 200 cholériques.

» En résumé, née sous l'influence des vents d'est, en septembre 1865, l'épidémie est chassée par les vents d'ouest en septembre 1866, et disparaît complétement à la fin de décembre suivant.

» Ces comparaisons démontrent que la persistance des vents du sud au nord par l'ouest, loin de nuire à la salubrité atmosphérique, agit, au contraire, favorablement sur la santé publique, et nous pensons : 1° qu'aucune épidémie ne s'est produite, parce que l'ozone ne permettait pas aux miasmes de se développer; 2° que la mortalité ordinaire a baissé, parce que l'oxydation des aliments et, par suite, les fonctions nutritives se trouvant singulièrement favorisées, soit par la pureté de l'air pendant le vent du nord, en hiver, alors que la température est très-basse, soit par la présence, en toute saison, d'une forte proportion d'ozone, quand les vents sont à l'ouest, les maladies chroniques ont dû nécessairement subir un notable temps d'arrêt.

» *P. S.* Le phénomène électro-atmosphérique d'hier soir, 19 janvier, ajoute à mes remarques une actualité dont l'importance n'échappera pas à l'attention de l'Académie. Pendant toute la journée, les vents d'ouest, d'ouest-sud-ouest ont soufflé en tempête; le baromètre est resté fixe à 729-732 millimètres; les observations ozonométriques ont suivi une progression croissante jusqu'au moment de l'orage, et décroissante depuis ce matin. »

M. Billet adresse une Lettre relative à son système de navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

---

(1) Observations pluviométriques : 68mm,71; ozonométriques : 4,57.
(2) Observations pluviométriques : 263mm,54; ozonométriques : 13,04.

M. Gény adresse une Lettre relative à son précédent Mémoire sur les fonctions elliptiques.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée).

M. de Biseau d'Hauteville adresse un Mémoire relatif à la jachère.

Ce Mémoire sera soumis à l'examen de M. Boussingault.

M. Poussard adresse une Note relative à la quadrature du cercle.

On fera savoir à l'auteur que, conformément à une décision déjà ancienne, les Communications sur ce sujet sont considérées comme non avenues.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Leymerie*, intitulée « Résumé d'une explication de la carte géologique du département de la Haute-Garonne ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* ([illegible]), *et découverte d'une nouvelle étoile variable.* Lettre de M. **Borrelly** à M. Yvon Villarceau.

« La série de mauvais temps qu'il a fait m'avait empêché de suivre la planète ([illegible]); mais, le ciel s'étant remis au beau ces jours derniers, j'ai pu, au moyen de l'éphéméride donnée dans les *Comptes rendus* (p. 40), en obtenir quatre positions nouvelles.

» Permettez aussi que j'ajoute une courte Note sur une étoile variable de la constellation de la Balance, qui a été reconnue telle dans mes recherches exploratives.

Observations de la planète ([illegible]).

1873.	T. M. de Marseille. (Longchamps.)	Asc. droite.	l(par. × Δ).	Dist. pôle nord.	l(par. × Δ).	Étoiles de comp.
Janv. 11..	8h36m46s	3h51m20s,71	$+\bar{2},334$	69°40'59",5	−0,5396	*e*
13..	8.38.41	3.51.19,54	$+\bar{2},626$	69.36.33,6	−0,5389	*e*
14..	8. 9.45	3.51.20,81	$-\bar{3},930$	69.34.10,4	−0,5372	*f*
16..	8.52.38	3.51.31,67	$+\bar{1},067$	69.29.19,4	−0,5411	*f*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1873,0.

Noms des étoiles.	Ascension droite.	Dist. pol. nord.	Grandeur.
e... 1078 Weisse, H. III.........	3h50m37s,41	69°41'29",5	9e
f... 1212 Weisse, H. III.........	3.57.30,80	69.29.29,1	9e.

Étoile variable dans la constellation de la Balance.

» Le 13 juin 1866, en vérifiant la carte écliptique, n° 46, de M. Chacornac, je notai l'étoile qui est par $15^h 13^m 9^s$ d'ascension droite et $-19° 49'$ de déclinaison comme 8ᵉ-9ᵉ grandeur; cette étoile n'est indiquée sur la carte que comme 10ᵉ grandeur.

» Dans mes vérifications ultérieures, je remarquai des différences d'éclat qui me confirmèrent dans l'idée que c'était une étoile variable.

» En 1872, le 8 mai, à 10 heures, je la trouvai brillante comme une 7ᵉ-8ᵉ grandeur; six jours après, le 14, elle était de 8ᵉ grandeur. Le 21 juin elle était déjà descendue à la 9ᵉ grandeur; et enfin, le 20 juillet, elle devenait invisible dans le chercheur. Le lendemain, elle réapparaissait et était notée comme étant de 13ᵉ grandeur.

» J'ai pu déjà cette année faire deux observations de cette étoile :

1873. Janv. 2..........	$17^h 30^m$	Grandeur......	$9^g,6$
17..........	$17^h 0^m$	»	$10^g,8$

» De l'ensemble des observations qui précèdent on déduit une période approchée de cent quatre-vingt-six jours. Cette valeur sera modifiée certainement par des observations ultérieures. Un minimum aura lieu le 4 février 1873.

» La position moyenne observée pour 1873,0 est la suivante :

Ascension droite... $15^h 14^m 5^s,69$ Distance polaire... $109° 55' 42'',7$. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le problème des surfaces orthogonales;* Note de M. G. DARBOUX, présentée par M. Chasles.

« La méthode indiquée dans ma première Communication s'étend sans aucune difficulté aux systèmes orthogonaux à n variables, et l'on peut démontrer que le paramètre u de chaque famille doit satisfaire à $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$, équations linéaires par rapport aux dérivées du troisième ordre (¹). Mais on peut aussi étendre les recherches dans une autre direction, et considé-

(¹) Toutefois, il se présente un fait assez curieux; par exemple, pour les systèmes orthogonaux à quatre variables, on a quatre équations pour u équivalentes à trois conditions seulement; mais on ne peut pas choisir trois de ces équations qui aient la quatrième pour conséquence. Des résultats du même genre se présentent, comme on sait, dans la plupart des questions relatives à l'élimination.

rer, par exemple, les trois équations

$$(1)\quad \begin{cases} A u_\alpha v_\alpha + B u_\beta v_\beta + C u_\gamma v_\gamma + F(u_\beta v_\gamma + v_\beta u_\gamma) + G(u_\alpha v_\gamma + u_\gamma v_\alpha) \\ \qquad\qquad\qquad + H(u_\alpha v_\beta + u_\beta v_\alpha) = 0, \\ A v_\alpha w_\alpha + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = 0, \\ A w_\alpha u_\alpha + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = 0, \end{cases}$$

où A, B, C, F, G, H sont des fonctions données quelconques de α, β, γ. On démontre que la résolution de ce système d'équations simultanées se ramène à celle d'une équation du troisième ordre, à laquelle doit satisfaire la fonction u, par exemple.

» Cette réduction, qui ne présente d'ailleurs aucune difficulté théorique, exige nécessairement des calculs un peu longs. Je me bornerai donc, pour le développement des calculs, à un exemple particulier.

» Considérons un système triple orthogonal, et soit

$$(2)\qquad ds^2 = H^2 d\alpha^2 + H_1^2 d\beta^2 + H_2^2 d\gamma^2$$

l'expression dans ce système de la distance de deux points infiniment voisins.

» Les équations qui expriment l'orthogonalité de trois nouvelles familles de surfaces

$$u = \text{const.},\quad v = \text{const.},\quad w = \text{const.}$$

seront

$$(3)\quad \begin{cases} \partial_u v = \partial_v u = \frac{1}{H^2} u_\alpha v_\alpha + \frac{1}{H_1^2} u_\beta v_\beta + \frac{1}{H_2^2} u_\gamma v_\gamma = 0, \\ \partial_v w = \partial_w v = \frac{1}{H^2} v_\alpha w_\alpha + \frac{1}{H_1^2} v_\beta w_\beta + \frac{1}{H_2^2} v_\gamma w_\gamma = 0, \\ \partial_w u = \partial_u w = \frac{1}{H^2} w_\alpha u_\alpha + \frac{1}{H_1^2} w_\beta u_\beta + \frac{1}{H_2^2} w_\gamma u_\gamma = 0. \end{cases}$$

» On trouvera ici sans aucune difficulté

$$\frac{1}{2}(\partial_v \partial_w U + \partial_w \partial_v U - \partial_u \partial_v w) = \frac{\mathcal{A}}{H^2} v_\alpha w_\alpha + \frac{\mathcal{A}'}{H_1^2} v_\beta w_\beta + \frac{\mathcal{A}''}{H_1^2} v_\gamma w_\gamma$$

$$+ \frac{\mathcal{B}}{H_1^2 H_2^2}(v_\beta w_\gamma + v_\gamma w_\beta) + \frac{\mathcal{B}'}{H^2 H_2^2}(v_\alpha w_\gamma + v_\gamma w_\alpha) + \frac{\mathcal{B}''}{H^2 H_1^2}(v_\alpha w_\beta + v_\beta w_\alpha),$$

où

$$\mathcal{A} = U_{\alpha^2} - U_\alpha \frac{H_\alpha}{H} + \frac{H}{H_1^2} H_\beta U_\beta + \frac{H}{H_2^2} H_\gamma U_\gamma,$$

$$\mathcal{B} = U_{\beta\gamma} - U_\gamma \frac{H_\beta}{H} - U_\beta \frac{H_\gamma}{H};$$

les autres coefficients s'obtiendront par des permutations circulaires. Cela posé, désignons par A, B,... ce que deviennent ces coefficients, quand on y remplace U par $\frac{1}{V}$,

$$V = \frac{1}{H^2}u_\alpha^2 + \frac{1}{H_1^2}u_\beta^2 + \frac{1}{H_2^2}u_\gamma^2,$$

et par a, b,... ce que deviennent les mêmes coefficients quand on y remplace U par u. On aura

$$(4)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{v_\alpha w_\alpha}{H^2}A + \ldots = 0,\\ &\frac{v_\alpha w_\alpha}{H^2}a + \ldots = 0,\end{aligned}\right.$$

et, en éliminant les produits $v_\alpha w_\alpha$,... par la méthode déjà indiquée, on obtiendra l'équation à laquelle satisfait u en coordonnées curvilignes

$$(5)\qquad \begin{vmatrix} A & A' & A'' & B & B' & B'' \\ a & a' & a'' & b & b' & b'' \\ H^2 & H_1^2 & H_2^2 & 0 & 0 & 0 \\ 2u_\alpha & 0 & 0 & 0 & u_\gamma & u_\beta \\ 0 & 2u_\beta & 0 & u_\gamma & 0 & u_\alpha \\ 0 & 0 & 2u_\gamma & u_\beta & u_\alpha & 0 \end{vmatrix} = 0.$$

Elle est vérifiée, on le reconnaît aisément, pour $u = \alpha, \beta, \gamma$.

» Je passe maintenant à une autre question que j'ai laissée de côté dans ma dernière Communication, à savoir l'intégration de l'équation

$$(6)\qquad \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 = \frac{1}{(x^2+y^2+z^2-R^2)^2}.$$

Les méthodes connues suffisent pleinement à la résolution de cette équation, et l'on obtient ainsi la définition suivante de la famille de surfaces qu'elle détermine, et qui fait partie, comme nous l'avons vu, d'un système triple de surfaces orthogonales.

» On prend une sphère fixe (S) et une surface fixe (Σ). Toutes les sphères qui coupent (S) sous un angle constant α, et suivant un cercle dont le plan est tangent à (Σ), enveloppent une surface (N_α). L'ensemble des surfaces (N_α) correspondant à toutes les valeurs de l'angle α constitue la famille cherchée. Les surfaces (N_α) ont pour trajectoires des cercles orthogonaux à (S).

» Si donc on veut trouver la famille satisfaisant à la définition précédente, et dont fait partie une surface donnée quelconque (N), on mènera des sphères tangentes à (N) et orthogonales à la sphère fixe (S). Les plans radicaux de ces sphères et de (S) envelopperont la surface (Σ) qui, jointe à (S), définit complétement la famille cherchée.

» L'équation (6) est comprise comme cas particulier dans la suivante :

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 = \frac{1}{A(x^2+y^2+z^2)^2 + u_1(x^2+y^2+z^2) + u_2},$$

où u_1 et u_2 sont deux polynômes quelconques du premier et du second degré par rapport aux coordonnées x, y, z, et où A est une constante. Cette dernière équation, qui contient treize constantes, pourrait aussi être intégrée par l'emploi d'un système particulier de coordonnées curvilignes. »

ALGÈBRE. — *Sur les fonctions symétriques*; Note de M. FR. FAA DE BRUNO (*).

« L'illustre Cayley, dans un Mémoire sur les fonctions symétriques (*Philosophical Transactions*, 1857), en reproduisant les Tables publiées en 1809 à Berlin par Meyerhirsch sur les fonctions susdites, a le premier fait la remarque que le coefficient d'une combinaison qu'il appelle (P) de la fonction symétrique (Q) est égal au coefficient de la combinaison (Q) de la fonction symétrique (P). Cette propriété cependant, à ma connaissance, n'a jamais été démontrée.

» J'ai cru qu'il aurait été bien utile à la science de donner à ces Tables une autre disposition, par laquelle cette propriété résulte plus évidente et pourra rendre la recherche d'une démonstration plus facile.

» M. Cayley dispose les Tables de façon que les coefficients des combinaisons qu'il appelle *conjuguées* se trouvent sur la diagonale à égale distance de rang des combinaisons relatives notées en tête des colonnes ou des lignes Ces coefficients, comme il est facile de le voir, sont tous $+1$ ou -1, selon que le poids de la fonction est pair ou impair, remarque aussi due à M. Cayley.

» Je pars, au contraire, des combinaisons que j'appelle *associées*, dis-

(*) L'Académie a décidé que cette Note, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

posées, en tête du tableau, de manière que le coefficient numérique respectif se trouve sur l'une des diagonales du tableau.

» Pour mieux fixer les idées, soit

$$(1) \qquad x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \ldots + a_{n-1} x + a_r = 0$$

l'équation proposée dont

$$\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \ldots,$$
$$\beta_1 \beta_2 \beta_3 \ldots,$$
$$\gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 \ldots$$

seront les racines.

» Les combinaisons des coefficients et des racines

$$(2) \qquad a_\lambda^{\lambda'} a_\mu^{\mu'} a_\nu^{\nu'} \ldots,$$

$$(3) \qquad (\alpha_1 \ldots \alpha_{\lambda'})^\lambda (\beta_1 \ldots \beta_{\mu'})^\mu (\gamma_1 \ldots \gamma_{\nu'})^\nu$$

seront *associées*, si l'on a

$$(4) \qquad \begin{cases} \lambda' + \mu' + \nu' + \ldots = l, \\ \lambda\lambda' + \mu\mu' + \nu\nu' + \ldots = p, \end{cases}$$

où l sera le plus grand des exposants m, μ, λ,... de la fonction symétrique, et p son poids.

» Ainsi les indices de la combinaison (2) des coefficients deviendront les exposants des racines dans la combinaison (3), et les exposants de la première (2) marqueront le nombre des racines affectées du même exposant représenté par l'indice conjoint. Par exemple (Table VIII), $a_2 a_3^2 a_1$, $\alpha^3 \beta^2 \gamma^2 \delta$ sont combinaisons associées.

» Cela posé, on peut ajouter à la remarque de M. Cayley celle-ci : *La somme de toutes les fonctions symétriques d'un poids donné présente la même série de coefficients numériques par rapport à une combinaison* (C) *des coefficients que la combinaison associée* (S) *des racines présente par rapport à l'ensemble de toutes les combinaisons des coefficients de même poids.*

» Voici une propriété nouvelle de ces séries de coefficients : *Si on les multiplie respectivement, terme à terme, par les coefficients numériques polynômiaux correspondant au poids et qu'on additionne les produits, on aura des sommes zéro, excepté une, qui sera* $(-1)^p$. Cela résulte de ce que $(-a_1)^p$ est la $p^{ième}$ puissance de la somme des racines.

» Prenons, par exemple, la Table IV; on aura

	Multiplicateurs. 1	4	6	12	24	Sommes.
Multiplicateurs. 1	−4	+4	+2	−4	+1	0
4	+4	−1	−2	+1		0
6	+2	−2	+1			0
12	−4	+1				0
24	+1					1
Sommes.	0	0	0	0	1	

» Cette propriété, jointe à celle découverte par M. Cayley, servira beaucoup à abréger les calculs si pénibles des fonctions symétriques. Certainement ils doivent avoir coûté beaucoup de travail à Meyerhirsch, qui développait les fonctions symétriques par le moyen des fonctions des puissances semblables des racines, et puis celles-ci en fonction des coefficients de l'équation proposée. Maintenant, par d'autres méthodes connues, on peut simplifier beaucoup ces calculs, en épargnant toutes les réductions des termes qui ne sont pas de poids égal à celui de la fonction; puis, par la propriété annoncée par M. Cayley, le nombre des coefficients à calculer pourra être réduit de moitié. Tout cela est placé sous un jour plus vif par nos Tables.

» Mais on peut encore les abréger par les nouvelles formules suivantes, qu'on pourrait étendre davantage si elles ne devenaient pas par trop compliquées.

Soient

p le poids de la fonction;

l le nombre des racines qui figurent dans la fonction;

$\Gamma(l) = 1.2.3\ldots(l-1)$;

r_1 le nombre des racines élevées à la première puissance;

r_2 le nombre des racines élevées à la deuxième puissance;

les quatre colonnes de coefficients correspondant à la combinaison des coefficients algébriques a_p, $a_{p-1}a_1$, $a_{p-2}a_2$, $a_{p-2}a_1^2$ seront données par le tableau suivant :

Colonnes.	Valeurs des coefficients.
a_p	$(-1)^l p\Gamma(l)$,
$a_{p-1}a_1$	$-(-1)^l[p\Gamma(l) - r_1(p-1)\Gamma(l-1)]$,
$a_{p-2}a_2$	$-(-1)^l[p\Gamma(l) - r_1(r_1-1)p - 2\Gamma(l-2) - 2r_2(p-2)\Gamma(l-1)]$,
$a_{p-2}a_1^2$	$(-1)^l[p\Gamma(l) - r_1(p-1)\Gamma(l-1) - r_2(p-2)\Gamma(l-1)]$.

(5)

Observations. — On divisera les résultats obtenus par autant de facteurs $1.2.3\ldots i$ qu'il y a de racines élevées à la même puissance i.

» *Exemples :*

$\Sigma\alpha^4\beta^2\gamma$; on a $p=7$, $l=3$, coeff. $a_7 = (-1)^3 7.1.2 = -14$;

$\Sigma\alpha^3\beta^2\gamma$; on a $p=6$, $l=3$, coeff. $a_5a_1 = -(-1)^3(6.2-5) = +7$;

$\Sigma\alpha^3\beta\gamma^2\delta\varepsilon$; on a $p=8$, $l=5$, coeff. $a_6a_2 = -(-1)^5 \dfrac{[8\Gamma(5) - 2.6\Gamma(3) - 6.6\Gamma(4)]}{1.2\ldots1.2.3} = -4$;

$\Sigma\alpha^3\beta^2\gamma^2\delta$; on a $p=8$, $l=4$, coeff. $a_6a_1^2 = \dfrac{(-1)^4}{1.2}[8\Gamma(4) - 7.1.2 - 2.6.1.] = +5$;

» Ces formules sont déduites des équations aux dérivées partielles, données pour la première fois par M. Brioschi, qui lient entre eux les coefficients de l'équation proposée et les sommes des puissances semblables, dont la fonction proposée symétrique des racines peut être fonction.

» Au moyen de ces formules, la propriété due à M. Cayley peut être, pour le cas d'une ligne, aisément démontrée. Ainsi on peut voir que toute la ligne des coefficients correspondant à $\Sigma\alpha^p$ est égale à la colonne des coefficients commandée par a_p. En effet, par une formule connue (*) qui donne le développement de $s_p = \Sigma\alpha^p$, le cofficient de la combinaison (2) sera

$$p(-1)^l \frac{1.2.3\ldots(l-1)}{(m')(n')(r')\ldots}.$$

Or tel sera précisément en général le coefficient de la colonne a_p, donnée par la première des formules (5), si l'on a égard aux diviseurs qu'il faut introduire d'après les observations qu'on a indiquées dans le tableau.

(*) Serret : *Cours d'Algèbre supérieure*, ou bien mon *Traité de l'élimination*.

Tables des Fonctions symétriques, calculées par Meyerhirsch, avec une disposition nouvelle.

I

Σ	a_1
α	−1

II

Σ	a_2	a_1^2
α^2	−2	+1
$\alpha\beta$	+1	

III

Σ	a_3	$a_1 a_2$	a_1^3
α^3	−3	+3	−1
$\alpha^2\beta$	+3	−1	
$\alpha\beta\gamma$	−1		

IV

Σ	a_4	$a_1 a_3$	a_2^2	$a_1^2 a_2$	a_1^4
α^4	−4	+4	+2	−4	+1
$\alpha^3\beta$	+4	−1	−2	+1	
$\alpha^2\beta^2$	+2	−2	+1		
$\alpha^2\beta\gamma$	−4	+1			
$\alpha\beta\gamma\delta$	+1				

V

Σ	a_5	$a_1 a_4$	$a_2 a_3$	$a_1^2 a_3$	$a_1 a_2^2$	$a_1^3 a_2$	a_1^5
α^5	−5	−5	+5	−5	−5	+5	−1
$\alpha^4\beta$	+5	−1	−5	+1	+3	−1	
$\alpha^3\beta^2$	+5	−5	+1	+2	−1		
$\alpha^3\beta\gamma$	−5	+1	+2	−1			
$\alpha^2\beta^2\gamma$	−5	+3	−1				
$\alpha^2\beta\gamma\delta$	+5	−1					
$\alpha\beta\gamma\delta\varepsilon$	−1						

VI

Σ	a_6	$a_1 a_5$	$a_2 a_4$	a_3^2	$a_1^2 a_4$	$a_1 a_2 a_3$	$a_1^3 a_3$	a_2^3	$a_1^2 a_2^2$	$a_1^4 a_2$	a_1^6
α^6	−6	+6	+6	+3	−6	−12	6	−2	+9	−6	+1
$\alpha^5\beta$	+6	−1	−6	−3	+1	+7	−1	+2	−4	+1	
$\alpha^4\beta^2$	+6	−6	+2	−3	+2	+4	−2	−2	+1		
$\alpha^3\beta^3$	+3	−3	−3	+3	+3	−3	0	+1			
$\alpha^4\beta\gamma$	−6	+1	+1	+3	−1	−3	+1				
$\alpha^3\beta^2\gamma$	−12	+7	+4	−3	−3	+1					
$\alpha^3\beta\gamma\delta$	6	−1	−2	0	+1						
$\alpha^2\beta^2\gamma^2$	−2	+1	−2	+1							
$\alpha^2\beta^2\gamma\delta$	+9	−4	+1								
$\alpha^2\beta\gamma\delta\varepsilon$	−6	+1									
$\alpha\beta\gamma\delta\varepsilon\zeta$	+1										

VII

Σ	a_7	$a_1 a_6$	$a_2 a_5$	$a_3 a_4$	$a_1^2 a_5$	$a_1 a_2 a_4$	$a_1 a_3^2$	$a_2^2 a_3$	$a_1^3 a_4$	$a_1^2 a_2 a_3$	$a_1 a_2^3$	$a_1^4 a_3$	$a_1^3 a_2^2$	$a_1^5 a_2$	a_1^7
α^7	−7	+7	+7	+7	−7	−14	−7	+7	−7	+21	−7	+7	−14	+7	−1
$\alpha^6\beta$	+7	−1	−7	−7	+1	+8	+4	−1	+7	−9	+1	−5	+5	−1	
$\alpha^5\beta^2$	+7	−7	+3	−7	+2	+4	+7	−2	−3	−6	+2	+3	−1		
$\alpha^4\beta^3$	+7	−7	−7	+5	+7	+2	−5	−3	+1	+3	0	−1			
$\alpha^5\beta\gamma$	−7	+1	+2	+7	−1	−3	−4	+1	−2	+4	−1				
$\alpha^4\beta^2\gamma$	−14	+8	+4	+2	−3	−8	+1	+3	+2	−1					
$\alpha^3\beta^3\gamma$	−7	+4	+7	−5	−4	+1	+2	0	−1						
$\alpha^4\beta\gamma\delta$	+7	−1	−2	−3	+1	+3	0	−1							
$\alpha^3\beta^2\gamma^2$	−7	+7	−3	+1	−2	+2	−1								
$\alpha^3\beta^2\gamma\delta$	+21	−9	−6	+3	+4	−1									
$\alpha^2\beta^2\gamma^2\delta$	−7	+1	+2	0	−1										
$\alpha^3\beta\gamma\delta\varepsilon$	+7	−5	+3	−1											
$\alpha^2\beta^2\gamma\delta\varepsilon$	−14	+5	−1												
$\alpha^2\beta\gamma\delta\varepsilon\varphi$	+7	−1													
$\alpha\beta\gamma\delta\varepsilon\varphi\psi$	−1														

VIII

Σ	a_8	a_7a_1	a_6a_2	a_5a_3	a_4^2	$a_6a_1^2$	$a_5a_2a_1$	$a_4a_3a_1$	$a_4a_2^2$	$a_5a_1^3$	$a_4a_2a_1^2$	$a_4a_1^4$	$a_3^2a_2$	$a_3^2a_1^2$	$a_3a_2^2a_1$	$a_3a_2a_1^3$	$a_3a_1^5$	a_2^4	$a_2^3a_1^2$	$a_2^2a_1^4$	$a_2a_1^6$	a_1^8
α^8	−8	+8	+8	+8	+4	−8	−16	−16	−8	+8	+24	−8	−8	+12	+24	−32	+8	+2	−16	+20	−8	+1
$\alpha^7\beta$	+8	−1	−8	−8	−4	+1	+9	+9	+8	−1	−10	+1	+8	−5	−17	+11	−1	−2	+9	−6	+1	
$\alpha^6\beta^2$	+8	−8	+4	−8	−4	+2	+4	+16	−4	−2	−6	+2	+2	−9	0	+8	−2	+2	−4	+1		
$\alpha^5\beta^3$	+8	−8	−8	+7	−4	+8	+1	+1	+8	3	−9	+3	7	+3	+6	−3	0	−2	+1			
$\alpha^4\beta^4$	+4	−4	−4	−4	+8	+4	+8	−8	−4	−4	+4	0	+4	+2	−4	0	0	+1				
$\alpha^6\beta\gamma$	−8	+1	+2	+8	+4	−1	−3	−9	−2	+1	+4	−1	−5	+5	+5	−3	+1					
$\alpha^5\beta^2\gamma$	−16	+9	+4	+1	+8	−3	+10	−10	−4	+3	+11	−3	+5	−1	−3	+1						
$\alpha^4\beta^3\gamma$	−16	+9	+16	+1	−8	−9	−10	+10	0	+4	−1	0	−1	−2	+1							
$\alpha^4\beta^2\gamma^2$	−8	+8	−4	+8	−4	−2	−4	0	+4	+2	−2	0	−2	+1								
$\alpha^5\beta\gamma\delta$	+8	−1	−2	3	−4	+1	+3	+4	+2	+1	−4	0	+1									
$\alpha^4\beta^2\gamma\delta$	+24	−10	−6	−9	+4	+4	+11	−1	−2	−4	0	+1										
$\alpha^4\beta\gamma\delta\varepsilon$	−8	+1	+2	+3	0	−1	−3	0	0	0	+1											
$\alpha^3\beta^3\gamma^2$	−8	+8	+2	7	+4	−5	+5	−1	−2	+1												
$\alpha^3\beta^3\gamma\delta$	+12	−5	−9	+3	+2	+5	−1	−2	+1													
$\alpha^3\beta^2\gamma^2\delta$	+24	−17	0	+6	−4	+5	−3	+1														
$\alpha^3\beta^2\gamma\delta\varepsilon$	−32	+11	+8	−3	0	−5	+1															
$\alpha^3\beta\gamma\delta\varepsilon\varphi$	+8	−1	−2	0	0	+1																
$\alpha^2\beta^2\gamma^2\delta^2$	−2	−2	+2	−2	+1																	
$\alpha^2\beta^2\gamma^2\delta\varepsilon$	−16	+9	−4	+1																		
$\alpha^2\beta^2\gamma\delta\varepsilon\varphi$	+20	−6	+1																			
$\alpha^2\beta\gamma\delta\varepsilon\varphi\psi$	−8	+1																				
$\alpha\beta\gamma\delta\varepsilon\varphi\psi\theta$	+1																					

» Ces Tables mettent clairement en évidence la propriété que les coefficients numériques sont symétriques par rapport à la diagonale où se croisent les coordonnées des combinaisons associées, ce qui ne résulte pas des anciennes Tables. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'influence électrique;* 15e Note de M. **P. Volpicelli** (1).

« J'ai démontré, par des expériences précédentes, que l'électricité induite de première espèce, c'est-à-dire l'électricité contraire à l'inductrice, ne possède point de tension; à ces expériences j'ajoute celle qui suit :

» Appliquons, à l'extrémité d'un cylindre métallique induit et isolé qui est la plus voisine de l'inductrice, un couple de paillettes électrométriques, qui, pour plus de simplicité et d'exactitude, divergent seulement dans un plan vertical, c'est-à-dire perpendiculaire à l'axe horizontal du cylindre; entourons les paillettes, lorsqu'elles sont déjà divergentes par l'effet de l'influence électrique, avec un récipient conducteur, communiquant bien avec le sol. Ce récipient pourra être, soit en verre bien mouillé, soit en métal : il pourra même être formé par un réseau métallique à mailles très-serrées; il sera utile que sa section horizontale soit suffisamment étroite. A peine les paillettes sont-elles entourées par ce récipient, qu'on voit leur divergence diminuer considérablement; il en résulte que la cause principale de cette divergence consistait dans l'induction dite *curviligne*, laquelle est interceptée par le récipient conducteur. Si l'on fait ensuite communiquer avec le sol le cylindre induit, la très-petite divergence qu'avaient conservée les paillettes disparaît complétement; on en conclut que la faible divergence restante était due à l'homonyme de l'inductrice, répandue déjà dans le sol, et non à l'induite de première espèce, qui se trouve sur le cylindre, laquelle, par conséquent, n'a pas de tension.

» Les physiciens qui soutiennent avec Faraday, comme je le soutiens moi-même, que l'influence électrique ne peut traverser les conducteurs, doivent soutenir aussi que les causes de la divergence des paillettes, lorsqu'elles ne sont pas entourées d'un récipient conducteur, sont les deux suivantes :

» 1° L'influence curviligne, qui produit la plus grande partie de la divergence; cette influence venant à être interceptée par le récipient conducteur qui entoure les paillettes, leur divergence est considérablement diminuée;

» 2° L'homonyme de l'inductrice qui est distribuée sur le cylindre in-

(1). Pour les quatorze Notes précédentes, voir : *Comptes rendus*, t. XL, p. 246; t. XLI, p. 553; t. XLIII, p. 719; t. XLIV, p. 917; t. XLVII, p. 623 et 664; t. XLVIII, p. 1162; t. LIX, p. 570 et 962; t. LX, p. 1338; t. LXI, p. 548; t. LXVII, p. 844; t. LXIX, p. 733; t. LXXIV, p. 862.

duit et sur les paillettes, qui produit pour une faible part la divergence, et qui est totalement annulée quand le cylindre est mis en communication avec le sol, quoique l'influence, tant sur le cylindre induit que sur les paillettes, *soit accrue par cette communication.*

» Il est évident que, si l'induite de première espèce, ou contraire à l'inductrice, était douée de tension, la divergence des paillettes devrait s'accroître quand le cylindre induit cesse d'être isolé; elle est, au contraire, entièrement annulée, si les paillettes sont entourées d'un récipient conducteur, par la raison que l'induite de première espèce ne possède aucune tension.

» Les physiciens qui prétendent que l'influence électrique traverse aussi les conducteurs, et en outre que l'électricité induite de première espèce est douée de tension, doivent, pour expliquer l'expérience précédente, considérer toutes les forces électriques, qui, selon eux, agissent sur les paillettes, comme ayant une résultante nulle. Dans cette hypothèse, ces forces seraient au nombre de trois, savoir : 1° l'influence qui traverse le récipient conducteur; 2° l'induite sur la surface externe du récipient; 3° l'induite sur le cylindre communiquant avec le sol, à laquelle les paillettes doivent également participer.

» Pour démontrer que cette explication manque de fondement, il suffit de prouver que, même en supposant l'existence de ces trois forces, la résultante ne pourrait s'annuler, et que, par conséquent, il devrait se produire une divergence dans les paillettes. On peut, pour cela, opérer de la manière suivante : éloignons le cylindre avec les paillettes, ainsi que l'inducteur; mais laissons à la même place le récipient de substance conductrice, non isolé. Introduisons alors dans le récipient un plan d'épreuve, et soumettons de nouveau ce récipient à l'influence électrique; pendant ce temps, faisons communiquer, pour un instant, le plan d'épreuve avec le sol, soit en le touchant avec un fil métallique fin, soit en le mettant en contact avec la surface interne du récipient. Enfin éloignons l'influence électrique, et mettons le plan lui-même en contact avec le bouton d'un électroscope à pile sèche : on n'obtiendra aucun signe d'électrisation.

» On doit conclure de ce résultat que les deux premières forces supposées, l'une procédant de l'influence qui traverserait les conducteurs, l'autre provenant de l'induite qui existe sur la surface externe du récipient, et qui serait douée de tension, produisent sur le plan d'épreuve et, par suite, sur les paillettes un effet nul.

» Donc, des trois forces électriques supposées, il ne reste à considérer

que la troisième, c'est-à-dire celle qui est due à l'électricité induite de première espèce sur le cylindre, et à laquelle ces paillettes doivent aussi participer. Mais cette électricité ne pouvant produire la divergence des paillettes, ainsi que la première expérience l'a démontré, elle doit être considérée comme privée de tension.

» Je crois devoir rappeler que c'est Œpinus qui a reconnu le premier que l'induite de première espèce ne possède pas de tension (*Tentamen theoriæ electricitatis et magnetismi*. Petropoli, 1759, p. 61, 52); la même propriété fut ensuite reconnue par les physiciens suivants : De Luc (1787); Lichtenberg (1794); Fischer (1804); Volta (1816); Pfaff (1831 et 1838); Knochenhauer (1839); Petrina (1844); Melloni (1854); Eisenlohr (1863). »

CHIMIE. — *Action des lames minces liquides sur les solutions sursaturées; Réponse aux Communications précédentes de MM.* Tomlinson et G. van der Mensbrugghe; par M. **Ch. Viollette**.

« La dernière Communication que M. van der Mensbrugghe a faite à l'Académie, et qui se trouve insérée dans les *Comptes rendus* du 6 janvier (p. 45), justifie pleinement la méthode que j'ai adoptée pour l'étude des solutions sursaturées, dans le Mémoire présenté à l'Académie par M. Pasteur, le 24 avril 1865, en même temps que les premiers essais de M. Gernez sur le même sujet. Ce Mémoire a été publié, tel qu'il a été présenté à l'Académie, dans les *Annales scientifiques de l'École Normale* (t. III, 1866, p. 205 et suiv.), dans le *Mémorial de la Société des Sciences* de Lille (1866, t. III, p. 361 et suiv.), et dans une brochure éditée par M. Gauthier-Villars, en 1867, avec d'autres recherches sur la sursaturation.

» Il ne sera peut-être pas inutile de rappeler à l'Académie le principe même de la méthode que j'ai choisie, parce que cette méthode, dont MM. Tomlinson et van der Mensbrugghe ne paraissent pas avoir connaissance, m'a permis de résoudre complétement, et sans objection possible, les questions soulevées récemment par ces deux savants.

» Afin d'éviter les complications que l'air ordinaire peut apporter dans les expériences, je me suis toujours astreint à n'opérer que dans le vide, ou dans des atmosphères d'air ordinaire préalablement calciné ou simplement tamisé sur du coton. Tantôt je me servais d'un appareil analogue à celui que M. Pasteur a employé dans ses recherches sur les générations spontanées, tantôt je faisais le vide dans les ballons qui servaient aux expériences, par l'ébullition des liquides qu'ils contenaient, et j'y laissais rentrer l'air

ou des substances diverses, par des dispositions variables suivant les circonstances.

» Si MM. Tomlinson et van der Mensbrugghe veulent bien prendre connaissance des expériences décrites au chapitre V, § II, de mon Mémoire, et les répéter en suivant les dispositions indiquées dans les *fig*. 8 ou 10, ils pourront se convaincre que jamais, dans ces conditions, aucun des liquides qu'ils citent ne fait cesser la sursaturation, qu'on le fasse agir en quantité excessivement minime (en lames minces) ou en masse considérable.

» MM. Tomlinson et van der Mensbrugghe ont répondu, dans la Note du 6 janvier, à M. Gernez, qui avait invoqué contre leurs expériences l'influence des poussières cristallines de l'air, que précisément « cette action » est en tous points conforme à la théorie de la tension superficielle; en » effet (selon ces Messieurs), les cristaux microscopiques de l'air ne pro» duisent pas la solidification comme tels, mais seulement parce qu'ils sont » recouverts de substances plus ou moins grasses; et ce qui démontre la » justesse de cette explication, c'est que M. Tomlinson a prouvé directe» ment que des cristaux chimiquement purs et de même nature que ceux » de la solution ne donnent pas lieu à la solidification de la masse en» tière. »

» Cette réponse prouve que MM. Tomlinson et van der Mensbrugghe ont trouvé le point faible de la méthode de M. Gernez, qui n'est autre, du reste, que la méthode suivie par Schröder, et ils en profitent pour leur théorie, sans qu'il soit possible de les réfuter et de les atteindre dans leurs derniers retranchements, tant qu'on se bornera à opérer dans l'air ordinaire.

» Aussi, prévoyant cette objection des partisans des forces inductives, des actions catalytiques et autres causes occultes, je m'étais déjà posé en 1860, dans mes premiers essais sur la sursaturation, cette question : « Lorsqu'on fait tomber un cristal de sulfate de soude dans une solution » sursaturée de ce sel, est-ce bien le cristal qui est la cause de la cristalli» sation? N'est-ce point plutôt l'air logé dans ses anfractuosités, avec ses » actions inductives, d'après Schröder, ou les poussières déposées à sa » surface? » ou bien, ajouterai-je aujourd'hui, les matières grasses en lames excessivement minces de MM. Tomlinson et van der Mensbrugghe? « Pour décider la question, il est absolument nécessaire de ne mettre en » présence de la solution que le *cristal seul*, en évitant la présence de l'air et » des corps étrangers qui ont pu se déposer à la surface du cristal. »

» Dès 1860, la question fut décidée et résolue par une méthode rigoureuse, décrite dans le Mémoire cité, chap. IV, § III, en me servant des ap-

pareils représentés *fig.* 10 et 12. En rappelant ces faits, j'aime à croire que M. Gernez voudra bien reconnaître l'utilité de cette méthode et admettre que, sur ce point, la priorité ne saurait m'être contestée.

» Si MM. Tomlinson et van der Mensbrugghe veulent bien répéter mes expériences, ils reconnaîtront que, contrairement à ce qu'ils affirment dans la Note du 6 janvier, un cristal de sulfate de soude à 10 équivalents d'eau donne toujours lieu à la solidification d'une solution sursaturée de ce sel; que c'est bien uniquement le cristal qui provoque la cristallisation, et non les lames minces de substances grasses ou autres qui l'entourent, puisqu'ils pourront opérer, comme je l'ai fait, avec un cristal formé dans le vide aux dépens d'une portion de la liqueur sursaturée. Ils pourront maintenir ce cristal aussi longtemps qu'ils le voudront à côté de la liqueur sursaturée et provoquer sa cristallisation en masse en l'amenant au contact de ce cristal. »

CHIMIE. — *Sur quelques combinaisons où le phosphore paraît exister dans un état analogue au phosphore amorphe;* 2e Note de M. **Arm. Gautier**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une précédente Note, j'ai fait l'histoire d'une combinaison du phosphore répondant à la formule P^4HO, obtenue en faisant réagir le protochlorure de phosphore sur l'acide phosphoreux; le composé que je me propose de décrire ici est, par ses propriétés physiques et par ses réactions générales, tout à fait l'analogue du précédent; il en diffère par PH^2 et répond à la formule P^3H^3O.

» On a remarqué depuis longtemps que lorsqu'on traite par l'eau le biiodure de phosphore, on obtient quelquefois une poudre jaune ou orangée, insoluble, et un dégagement d'hydrogène phosphoré. Cette poudre avait été prise successivement pour du sous-oxyde de phosphore, du phosphore amorphe, de l'hydrure solide de phosphore. Elle ne se produit pas toujours; quand on mêle peu à peu de l'eau au biiodure de phosphore, on le transforme, pourvu qu'il s'échauffe suffisamment, en un mélange d'acides iodhydrique, phosphoreux et hypophosphoreux, formés suivant l'équation

$$2PI^2 + 5H^2O = 4HI + PH^3O^3 + PH^3O^2.$$

» Il n'en est plus ainsi si l'on fait agir à la fois, à froid ou à chaud, une grande masse d'eau sur ce biiodure; dans ces cas, il se produit des composés jaunes, cristallins ou amorphes.

» Quand on jette par petites portions du biiodure de phosphore dans un grand excès d'eau à 80 ou 90 degrés, il se fait d'abord une solution citrine qui précipite bientôt d'abondants flocons couleur jaune franc. Ce précipité recueilli, lavé à l'eau bouillie, séché dans le vide, a donné les résultats analytiques suivants :

	I.	II.	Nombres calculés pour P^5H^2O.
P...............	90,04	89,32	89,09
H...............	1,87	1,78	1,72
O...............	8,09	8,90	9,19

» Ce composé correspond donc à la formule P^5H^2O ou à l'un de ses multiples.

» La liqueur où ce corps s'est déposé est un mélange d'acides phosphoreux, hypophosphoreux et iodhydrique. L'équation qui explique la réaction est donc la suivante :

$$12PI^2 + 24H^2O = P^5H^2O + 3PH^3O^3 + 3PH^3O^4 + PH^3O^2 + 24HI.$$

» En même temps que le composé P^5H^2O se précipite, il se produit, à chaud surtout, un dégagement d'hydrogène phosphoré qui indique qu'au moment où il prend naissance le corps P^5H^2O subit partiellement une décomposition, que l'on peut d'ailleurs produire directement et complétement en le chauffant quelques heures avec de l'eau à 170 degrés. Dans ces conditions, ce corps se transforme intégralement en acides phosphoreux, hypophosphoreux et hydrogène phosphoré, suivant l'équation

$$P^5H^2O + 6H^2O = PH^3O^3 + 2PH^3O^2 + 2PH^3.$$

» Aussi la quantité de corps jaune qui se produit par la décomposition du biiodure de phosphore est-elle à peu près le tiers de celle qu'indique le calcul.

» Le composé P^5H^2O est amorphe ou ne présente, quand il s'est formé lentement et à froid, que des rudiments de cristallisation. Sa couleur est le jaune pur; il est dénué d'odeur et de saveur, et insoluble dans tous les dissolvants.

» Humide, il s'oxyde lentement à l'air; sec, il ne s'oxyde, même à 100 degrés, que très-difficilement. L'acide nitrique ordinaire, surtout un peu chaud, l'oxyde si violemment que les gaz deviennent incandescents et produisent souvent de dangereuses explosions. L'acide sulfurique le dissout à chaud et dégage avec lui, en l'oxydant, de l'acide sulfureux. Mêlé de

chlorate de potasse, ce corps détone par le choc. Chauffé ou frappé avec de l'oxyde de cuivre, il s'enflamme sans bruit.

» Chauffé dans un courant d'acide carbonique sec, le corps P^3H^2O commence à émettre, vers 135 degrés, du gaz hydrogène phosphoré. Si l'on continue à élever la température, la quantité du gaz dégagée augmente, puis diminue jusqu'à 275 degrés. A cette température, 1 gramme du résidu ne perd plus sensiblement en une heure ni hydrure de phosphore, ni phosphore; ce n'est que vers 350 degrés que du phosphore ordinaire commence à distiller abondamment.

» Le corps qui résulte ainsi de la décomposition de P^3H^2O par perte d'hydrogène phosphoré, et que l'on peut chauffer jusqu'à 325 degrés, sans changer sa composition, contient encore de l'hydrogène, comme l'indiquent les analyses suivantes :

	I.	II.
P..................	89,01	88,50
H..................	0,68	0,73
O..................	10,31	10,77

» La formule $P^{13}H^2O^3$ correspond aux chiffres $P = 88,78$; $H = 0,66$; $O = 10,56$.

» Si, sans se préoccuper d'une composition aussi inattendue, on admet l'existence du composé $P^{13}H^2O^3$, l'équation suivante indique la réaction qui lui donne lieu :

$$3P^3H^2O = 2PH^2 + P^{13}H^2O^3.$$

» Le corps $P^{13}H^2O^3$ est-il une espèce chimique stable et définie, ou bien n'est-il qu'un mélange de trois molécules du corps P^4HO que j'ai déjà décrit et d'un atome de phosphore? Je penche vers la première de ces deux hypothèses; mais je me propose de revenir sur ce corps en étudiant le composé définitif qui se forme quand on chauffe longtemps à 350 degrés ces diverses combinaisons, jusqu'à leur enlever tout le phosphore qu'elles peuvent perdre à cette température.

» Les acides non oxydants, étendus ou non, n'altèrent pas le corps P^5H^2O.

» Il en est autrement des alcalis; même très-dilués, ils brunissent aussitôt ce composé et le détruisent lentement et entièrement suivant l'équation

$$P^5H^2O + 5KHO + 4H^2O = PH^3 + 3H^2 + 3PH^2KO^2 + PHK^2O^3.$$

» La disparition complète à froid du corps P^5H^2O dans la potasse très-

étendue prouve du reste qu'il n'est pas mêlé de phosphore amorphe inattaquable dans ces conditions.

» Le gaz ammoniac s'unit vivement au corps P^2H^2O et forme avec lui un corps brun, où AzH^3 est combiné d'une manière très-instable, car il suffit de traiter cette poudre par l'acide chlorhydrique étendu pour reproduire le corps primitif. Si l'on chasse par un courant d'air sec à 35 degrés l'excès de gaz ammoniac, il reste une combinaison répondant approximativement à la formule P^2H^2O, $2AzH^3$, qu'une température plus élevée décompose sans reproduire le corps P^2H^2O.

» Les propriétés générales du composé principal qui fait le sujet de cette Note, sa couleur, son insolubilité, la façon dont il se comporte avec les acides et les bases, le dégagement d'hydrogène phosphoré et de phosphore qu'il donne quand on le chauffe, tous ces caractères lui sont communs avec l'hydrogène phosphoré solide décrit par M. P. Thenard. Aussi un chimiste étranger, M. Rüdorff (1), a-t-il cru pouvoir avancer que le corps jaune qui se forme par l'action de l'eau sur le biiodure de phosphore n'était autre que l'hydrogène phosphoré P^2H. Il n'en est rien : ce dernier contient 98,4 pour 100 de phosphore; il ne laisse pas de résidu oxygéné quand on le chauffe, il produit de violentes explosions avec l'oxyde de cuivre, caractères qui le différencient du corps que je décris ici, corps qui d'ailleurs, lorsqu'il est bien préparé, ne donne jamais plus de 90 pour 100 de phosphore à l'analyse.

» Je me propose de décrire bientôt de nouveaux composés appartenant à cette série de combinaisons du phosphore, où les atomes de cet élément paraissent unis les uns aux autres comme le sont ceux de carbone dans les corps organiques, ou comme les radicaux diatomiques ou tétratomiques le sont quelquefois entre eux, ainsi que cela a lieu pour l'éthylène dans les alcools polyéthyléniques et l'acétylène dans la benzine. De ce mode de groupement dérive cette propriété, que le phosphore peut être chassé de ces composés, molécule à molécule, à une température un peu élevée, dans des conditions analogues à celles où le phosphore amorphe se transforme lui-même, peu à peu, en phosphore ordinaire. »

---

(1) *Zeitschrift fur Chemie* [2], t. II, p. 637.

OPTIQUE. — *Sur les modifications de la lumière chromatique à travers les verres colorés employés en Oculistique;* Note de M. **A. Chevalier.**

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats de recherches qui ont eu pour but de préciser la teinte que l'on doit adopter pour les verres colorés, lorsqu'on veut soustraire l'organe visuel à l'action des rayons rouges et jaunes qui irritent la rétine à un haut degré.

» Ayant produit un spectre solaire, et interposé des lames colorées de même intensité, j'ai obtenu les effets ci-après, par l'emploi des couleurs suivantes :

» Verre vert : le violet pâlit, le rouge devient lie de vin.

» Verre bleu : pâlit le jaune et le rouge, laisse le violet.

» Verre de teinte enfumée : pâlit le jaune et le rouge plus que le bleu.

» Verre bleu noir (teinte neutre) : pâlit le jaune et le rouge plus que tout autre verre coloré.

» *Conclusion.* — Le verre vert, que l'on a préconisé pour exciter la rétine dans certaines formes d'amblyopie, donne un résultat peu concluant. Le verre bleu noir (teinte neutre) est le plus parfait, puisqu'il éteint le jaune et le rouge plus que tous les autres.

» Si l'on tient compte de la lumière modifiée et de la lumière absorbée, on pourra donc employer :

1° Le bleu noir, de teinte plus ou moins foncée, pour soustraire l'œil à la vive lumière (cataractes, photophobie);

» 2° Le bleu noir, de teinte légère ou extra-légère, pour le travail du jour ou du soir sur les objets rapprochés.

» La teinte *bleue* et la teinte *enfumée* deviennent inutiles. La teinte bleu noirâtre a été indiquée pour la première fois en 1819, par l'abbé Rochon, Vincent Chevalier, Charles Chevalier.

» Le verre d'urane, qui s'échauffe peu, agit comme le verre vert; il est donc nuisible, et, dans tous les cas, le verre bleu noir doit être préféré. »

M. E. **Decaisne** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat diverses Notes sur lesquelles il n'a pas été fait de Rapport.

M. **Duperray** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat son Mémoire sur la tension de la vapeur d'eau, Mémoire qui n'a pas été l'objet d'un Rapport.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 6 janvier 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

The modes of origin of lowest organisms : including a discussion of the experiments of M. PASTEUR, *and a reply to some statements by professors Huxley and Tyndall; by* H. CHARLTON-BASTIAN. London and New-York, Macmillan, 1871; 1 vol. in-12, relié. (Présenté par M. Fremy.)

Diseases of the ovaries : their diagnosis and treatment; by T. SPENCER-WELLS. London, J. et A. Churchill; New-York, Appleton and C°, 1872; 1 vol. in-8° relié. (Présenté par M. Nélaton pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

Intorno ad uno scritto del sig. prof. Angelo Genocchi. Lettera del conte Luigi-Federigo MENABREA a D.-B. BONCOMPAGNI. Roma, 1872; in-4°. (Estratto dal *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Prof. Giov. MORO. *Il gran Ghiacciaio della Toscana. Lettera all' illustre sig. prof. Meneghini a Pisa.* Prato, tip. Giachetti, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Élie de Beaumont.)

Beiträge zur Geschichte der Schweizerkarten; von Professor Dr Rudolf WOLF. I. *Eine Vorlesung von Johannes Feer im Jahre* 1817. Zurich, 1873; in-4°.

Zpravy spolku Chemikuv ceskych, rediguje prof. V. SAFARIK; sesit I et II. Praze, 1872.

Plano topografico y geologico de la Republica de Chile, levantado por orden del Gobierno, bajo la direccion de A. PISSIS; carte en 13 feuilles grand-aigle.

Annales de l'Université de la nouvelle Russie, t. VI. Odessa, 1872; in-8°, en langue russe.

L'Académie a reçu, dans la séance du 13 janvier 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Annuaire pour l'an 1873, *publié par le Bureau des Longitudes.* Paris, Gauthier-Villars, 1873; 1 vol. in-18.

Annuaire météorologique de l'Observatoire physique central pour l'an 1873. Paris, Gauthier-Villars, 1873; 1 vol. in-18.

Voyage d'exploration en Indo-Chine, effectué pendant les années 1866, 1867 *et* 1868, *par une Commission française présidée par M. le capitaine de frégate Doudart de Lagrée, et publié par les ordres du Ministre de la Marine*, sous la direction de M. le lieutenant de vaisseau Fr. GARNIER. Paris, Hachette et Cie, 1873; 2 vol. in-4°, illustrés et accompagnés d'un atlas in-fol. divisé en deux parties. 1re partie, cartes et plans; 2e partie, album pittoresque. (Présenté par M. l'amiral Jurien de la Gravière.)

Carte particulière de la côte septentrionale d'Afrique; par M. E. MOUCHEZ, capitaine de frégate, publiée au Dépôt des cartes et plans de la Marine, feuilles 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12; 7 cartes grand-aigle.

Cours de Physique à l'usage des élèves de la classe de Mathématiques spéciales; par Ch. BRISSE *et* Ch. ANDRÉ. Paris, Dunod, 1873; 1 vol. in-8°, avec figures. (Présenté par M. Faye.)

Nouveaux éléments d'Anatomie descriptive et d'Embryologie; par H. BEAUNIS *et* A. BOUCHARD; 2e édition. Paris, J.-B. Baillière, 1873; 1 vol. in-8°, relié. (Présenté par M. le Baron Larrey pour le Concours des prix Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

La France industrielle ou Description des industries françaises; par P. POIRÉ. Paris, Hachette et Cie, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. H. Sainte-Claire Deville.)

Des machines à vapeur. Leçons faites en 1869-1870 *à l'École impériale des Ponts et Chaussées; par* F. JACQMIN. Paris, Garnier frères, 1870; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. H. Sainte-Claire Deville.)

De l'exploitation des chemins de fer. Leçons faites en 1867 *à l'École impériale des Ponts et Chaussées; par* F. JACQMIN. Paris, Garnier frères, 1868; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. H. Sainte-Claire Deville.)

Les chemins de fer pendant la guerre de 1870-1871. *Leçons faites en* 1872 *à l'École des Ponts et Chaussées; par* F. JACQMIN. Paris, Hachette et Cie, 1872; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. H. Sainte-Claire Deville.)

Cours de Chimie agricole, professé à l'École d'Agriculture de Grignon; par P.-P. DEHÉRAIN, Paris, Hachette et Cie; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Élie de Beaumont.)

Sur quelques intégrales définies; par J. GRAINDORGE. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Présenté par M. Bertrand.)

Mémoire sur l'intégration des équations aux dérivées partielles des deux premiers ordres; par J. GRAINDORGE. Liége, E. Decq; Paris, Gauthier-Villars; Bruxelles, F. Hayez, 1872; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bertrand.)

Mémoire sur l'intégration des équations de la Mécanique; par J. GRAINDORGE. Bruxelles, F. Hayez, 1871; br. in-8°. (Présenté par M. Bertrand.)

Nouvelles études sur le choléra asiatique. Le sulfure noir de mercure proposé pour préserver l'Italie de ce terrible fléau; par M. le Dr S. CADET, traduction du comte Charles DES DORIDES. Rome, imp. de l'Italie, 1872; br. in-8°.

Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille. Discours prononcé par M. B. CORENWINDER, *Président de la Société, dans la séance solennelle du* 29 *décembre* 1872. Lille, imp. L. Danel, 1872; br. in-8°.

TAMIN-DESPALLES. *Note sur la constitution médicale de Paris pendant les mois d'octobre, de novembre et de décembre* 1872. Paris, 1873; 4 pages autographiées, in-4°.

Histoire du Ciel; par C. FLAMMARION, dessins et planisphère par Benett. Paris, J. Hetzel et Cie, 1872; 1 vol. grand in-8°.

Essais d'orographie sous-marine de l'océan Atlantique septentrional; par J. GIRARD. Abbeville, imp. Briez et Cie, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société de Géographie.*)

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; t. XV, 1872, n° 2. Angers, imp. Lachèse, 1872; in-8°.

Proceedings of the Zoological and Acclimatation Society of Victoria, and Report of the annual meeting of the Society held 1st *march* 1872, t. I. Melbourne, F.-A. Masterman; 1 vol. in-8°.

Nederlandsch kruidkundig Archief. Verslagen en mededeelingen der Nederlandsche botanische vereeniniug; tweede serie, 1r deel, 2e stuk. Nijmegen, A. Blomhert, 1872; in-8°.

Athenæum. Entwurf einer internationalen Akademie; von E. REICH. Coburg, A. Rossteutscher, 1872; opuscule in-8°. (2 exemplaires.)

E. DIAMILLA-MULLER. *Rivista scientifica per l'anno* 1872; secondo semestre, t. II. Milano, imp. della *Gazetta di Milano*, 1872; 1 vol. in-12.

ERRATA

(t. LXXVI, 1er semestre de 1873).

Page 83, ligne 29, *après* soit de sphères, *ajoutez* soit de cylindres.
Page 84, ligne 5, *au lieu de* ABC, *lisez* A, B, C.
Page 85, ligne 30, *au lieu du signe* +, *lisez* =.
Page 86, ligne 12, *au lieu de* u_{72}, *lisez* u_{73}.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JANVIER 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *De la théorie carpellaire d'après des Papavéracées* (2e partie, *Glaucium*, *Eschscholtzia*); par M. A. Trécul.

« Je crois avoir prouvé dans ma dernière Communication (*voir* p. 139 de ce volume) qu'il n'entre pas de feuilles dans la composition du pistil des *Papaver;* aujourd'hui, je vais rechercher s'il en est de même dans l'organe femelle d'autres plantes appartenant à des genres différents de la même famille.

» Dans le *Glaucium fulvum*, les rameaux ou pédoncules qui portent les fleurs montrent environ dix-sept faisceaux sur la coupe transversale. Ces faisceaux, assez rapprochés, s'unissent çà et là en formant de longs rayons médullaires ou mailles étroites. A la base de la fleur, les mailles se raccourcissent beaucoup, deviennent très-courtes, et d'entre les faisceaux sortent des fascicules qui vont aux deux sépales et aux quatre pétales, qui en reçoivent chacun un assez grand nombre. Les mailles d'où sortent ces faisceaux étant plus petites que celles du pédoncule, il y a quelques faisceaux de plus sur la section transversale près de l'insertion de la corolle; et vers l'insertion des étamines, qui reçoivent chacune un seul fascicule, le nombre des faisceaux de l'axe est porté à vingt-huit ou trente. L'insertion des fais-

ceaux staminaux sur ce réseau est à peu près celle que j'ai indiquée chez le *Papaver Rhæas*, etc. (*voir* p. 141 de ce volume).

» Au-dessus de l'insertion des étamines, les faisceaux du réceptacle sont rangés suivant une ellipse plus marquée qu'elle ne l'était auparavant. A chaque extrémité du grand axe de cette ellipse, il se fait d'abord un gros faisceau, à section en fer à cheval, aux dépens de deux, trois ou quatre fascicules du réseau staminifère. Ce ne sont point des ramifications de ce gros faisceau qui constituent les faisceaux latéraux des valves, comme cela a été dit (*Ann. Sc. nat.*, 5e série, t. IX, p. 202). Ces faisceaux latéraux sont produits par d'autres fascicules très-délicats de cette partie du réseau qui porte les étamines. Ce qui a pu induire en erreur à cet égard, c'est que les faisceaux des longues fibres libériennes n'existent pas sur le réceptacle. Ces fibres ont cessé à la hauteur du calice, et sont remplacées, à la surface des faisceaux vasculaires, par des cellules de forme parenchymateuse à parois notablement épaissies et poreuses; mais, à la base des valves du fruit, les faisceaux de fibres libériennes réapparaissent; unis par leur partie inférieure, ces faisceaux libériens convergent vers la base du faisceau médian avec lequel ils s'allient. C'est là, sans doute, ce qui a fait croire à la ramification du gros faisceau vasculaire. En réalité, la partie supérieure du réseau staminifère se répartit comme il suit : deux, trois ou quatre faisceaux situés à chaque extrémité du grand axe de l'ellipse s'unissent pour former le gros faisceau à section en fer à cheval, qui, de cet endroit, s'écarte vers l'extérieur; il reste deux grands arcs de faisceaux presque égaux chacun à une demi-circonférence, dont le milieu correspond aux extrémités du petit axe de l'ellipse. Les faisceaux médians de ces deux arcs sont les plus gros, les autres vont en s'affaiblissant vers les côtés de chaque arc. Deux ou trois fascicules extrêmes, les plus faibles de ces arcs de chaque côté, s'écartent en éventail vers l'extérieur, et en se divisant vont se ranger aux côtés des deux gros faisceaux écartés d'abord, et donnent ainsi lieu à la charpente de chaque valve.

» Au contraire, les faisceaux qui restent des deux grands arcs primitifs, et qui sont au nombre de sept à huit pour chacun de ceux-ci, se portent un peu en dedans et constituent les deux placentas, sur le dos desquels sont appliqués obliquement les côtés des valves, dont les faisceaux latéraux sont mis en relation avec les faisceaux des placentas par des fascicules qui traversent la ligne de déhiscence.

» Dans la partie inférieure du fruit, les faisceaux de chaque placenta sont donc disposés suivant un arc, et les plus petits sont les plus rappro-

chés des bords. C'est d'eux que partent les fascicules qui vont aux ovules. Vers le sommet du fruit, les faisceaux placentaires affaiblis, grêles, sont plutôt répartis suivant un plan.

» Les faisceaux des placentas ne s'arrêtent point dans des petites éminences différentes, indépendantes du stigmate, comme cela a été dit du *Glaucium flavum* (*Ann. Sc. nat.*, 5e série, t. IX, p. 203); ils pénètrent dans le style très-court et dans ce stigmate, qui reçoit des faisceaux aussi bien des placentas que des valves. On peut voir, sur des coupes longitudinales, les faisceaux des valves traverser la ligne de déhiscence, passer dans le style et dans le stigmate (1), en se ramifiant et s'unissant à ceux qui viennent des placentas. Leurs branches supérieures principalement, répandues dans le stigmate pelté et un peu quadrilobé, ont à leur surface des cellules rayées ou quelquefois seulement ponctuées, dont le nombre est plus grand dans la partie supérieure de chaque faisceau.

» Des quatre lobes stigmatiques deux sont plus grands, dressés et opposés aux valves; les deux plus petits lobes, qui sont formés plus tardivement que les deux autres, sont horizontaux, ployés suivant leur longueur et opposés aux placentas.

» La disposition des faisceaux dans les valves est celle qu'ils affectent dans la tige, c'est-à-dire qu'ils forment, en se réunissant, de longues mailles étroites, et non des mailles comparables à celles de la lame d'une feuille. Il semble que, si un ovaire ou un fruit est le résultat de la modification des feuilles, c'est aux feuilles supérieures qu'il doit ressembler le plus. Cela n'est pourtant pas dans le *Glaucium* : la nervure médiane des feuilles supérieures n'a point la structure complexe d'une valve; elle est composée d'un gros faisceau unique, qui ne rappelle en rien la constitution des valves.

» Pour trouver dans les feuilles une disposition des faisceaux qui se rapproche davantage de celle qu'ils ont dans les valves, c'est dans les pétioles des feuilles inférieures qu'il faut l'aller chercher, dans les feuilles que portent les souches. Et encore là ces faisceaux sont moins rapprochés que ceux du fruit; ils sont herbacés, tandis que les faisceaux du fruit rappellent ceux de la tige par leur consistance aussi bien que par leur disposition. Or ces faisceaux du fruit surmontent directement ceux de la tige qu'ils

(1) Il est fort remarquable que toutes les petites cellules, formant la strate ou ligne de déhiscence, contiennent dans le fruit, au moins à une certaine époque, chacune un groupe étoilé de cristaux, tandis que les cellules du parenchyme voisin n'en renferment pas.

continuent en réalité. N'est-il pas plus naturel de penser que le fruit est une modification de la tige plutôt qu'une transformation des feuilles ?

» Pour faire d'un rameau de *Glaucium* un fruit, il suffit d'admettre ce que l'on voit, c'est-à-dire la répartition du système vasculaire de l'axe en quatre segments opposés deux à deux. Deux de ces segments se portent un peu en dedans et forment les placentas; les deux autres, élargis par la multiplication de leurs faisceaux, s'appliquent par les côtés sur le dos des précédents et constituent les valves. Du reste, ces quatre groupes de faisceaux, qui se sont ainsi disposés pour faciliter la déhiscence, ne sont pas séparés au sommet; ils y restent unis et forment le style court et le stigmate.

» Pour expliquer la formation de ce fruit par la modification des feuilles, il faut d'abord faire un choix dans les feuilles, rejeter les supérieures, que l'on aurait dû croire les plus aptes à ressembler à toutes les parties de la fleur. C'est dans les feuilles inférieures, comme je le disais tout à l'heure, qu'il faut chercher de la ressemblance. De plus, ce ne sont pas des feuilles entières que l'on peut supposer constituer les carpelles du *Glaucium*. Si l'on voulait se figurer la silique du *Chelidonium* formée par les feuilles, c'est par des lobes de la lame foliaire qu'on la dirait produite, et encore la similitude serait loin d'être parfaite à divers égards. Pour le *Glaucium*, au contraire, il faut élaguer toute la partie lamellaire des feuilles dont on a fait choix, et prendre en considération seulement le pétiole. Quand on a une fois admis hypothétiquement que ce sont des pétioles analogues à ceux des feuilles inférieures qui composent les carpelles, il faut resserrer les faisceaux de ce pétiole et leur donner une consistance plus grande, tout à fait ligneuse, au lieu d'herbacée qu'elle est dans la feuille, etc.

» N'est-il pas, je le répète, plus rationnel d'admettre tout simplement une bien plus faible modification de la tige, que le fruit surmonte directement, immédiatement?

» La fleur de l'*Eschscholtzia californica*, var. *crocea*, a une organisation bien remarquable. A quelques millimètres au-dessous de la fleur, le pédoncule a treize, quatorze, quinze ou seize faisceaux notablement espacés, qui, vers la base du réceptacle, se réunissent en formant un évasement obconique, composé d'une zone vasculaire presque continue : tel est le système vasculaire du réceptacle cupuliforme.

» Un peu au-dessous du bord de cette coupe s'insèrent, sur la face interne, la coiffe caliciuale, puis les pétales et les étamines plus à l'intérieur.

Au fond de la coupe est fixé l'ovaire, qui est attaché à l'évasement vasculaire par quatre larges faisceaux.

» Ceux-ci, partis d'un peu au-dessus du fond de cet évasement vasculaire, s'avancent obliquement de haut en bas, en convergeant vers le centre et en s'élargissant sensiblement. En se rencontrant dans la région centrale, ils s'unissent par leur extrémité élargie, et donnent lieu d'abord à un rectangle vasculaire dont ils occupent les angles, et, immédiatement au-dessus de ce point de jonction, à un corps vasculaire continu, à section elliptique, qui, un peu plus haut, se divise en quatre faisceaux : deux plus faibles placés aux extrémités du grand axe de l'ellipse, et deux très-larges, à section en forme d'arc ou de rein allongé, disposés aux extrémités du petit axe de l'ellipse.

» Il semblerait que les quatre faisceaux qui attachent le fruit à la coupe réceptaculaire, et les quatre faisceaux qui sont au-dessus de l'ellipse basilaire, doivent être l'indice certain de l'existence ou de deux feuilles carpellaires, plus deux placentas, ou de quatre feuilles carpellaires bien distinctes les unes des autres dès leur insertion.

» Deux circonstances anatomiques importantes sont contraires à cette double hypothèse. D'abord les quatre faisceaux supérieurs à l'ellipse vasculaire ne prolongent pas les quatre faisceaux par lesquels la base de l'ovaire ou du fruit est liée au réceptacle cupuliforme; ils alternent avec eux à leur insertion sur l'ellipse vasculaire basilaire qui les sépare; en sorte que l'on ne peut pas dire que les quatre faisceaux par lesquels le fruit est attaché à la coupe réceptaculaire soient la base des quatre feuilles carpellaires, si l'on en admet quatre, ni celle de deux feuilles carpellaires, plus deux placentas, si l'on n'admet que deux feuilles carpellaires unies à deux prolongements de l'axe.

» On voit par ce simple énoncé que, de l'hypothèse de deux feuilles carpellaires plus deux placentas, surgirait une autre difficulté : il faudrait dire quels sont ceux des quatre faisceaux (ils sont semblables et placés symétriquement) qui donnent les deux feuilles carpellaires, et quels sont ceux qui se prolongent dans les placentas.

» Ces quelques mots suffiront au lecteur pour le convaincre que l'hypothèse de deux feuilles carpellaires est insoutenable, bien plus encore que celle qui en accepte quatre, laquelle est déjà, par ce qui précède, et sera encore, par ce qui suit, démontrée erronée.

» Voilà pour ce qui est au-dessous de l'ellipse vasculaire basilaire. Voyons ce qui est au-dessus.

» J'ai dit qu'il existe là quatre faisceaux, dont deux plus faibles, opposés l'un à l'autre et insérés aux extrémités du grand axe de l'ellipse, et deux faisceaux très-larges, arqués ou réniformes, opposés aux extrémités du petit axe de cette ellipse.

Chaque faisceau isolé à l'extrémité du grand axe ne représente point, à lui seul, une des quatre parties du fruit (soit une valve), et chaque grand faisceau réniforme, qui est à une extrémité du petit axe de l'ellipse, n'est pas employé tout entier à la formation d'une seule des quatre parties du fruit (soit un placenta). Chacun de ces deux grands faisceaux réniformes se divise en cinq faisceaux, dont le médian seul constituera un placenta, tandis que chaque paire des faisceaux latéraux, produits aussi par la division de chaque faisceau réniforme, prendra part à la formation d'une valve avec les latéraux correspondants de l'autre faisceau réniforme, en se rangeant à côté de l'un des deux faisceaux isolés à l'extrémité du grand axe de l'ellipse, qui, lui, formera le faisceau médian de la valve.

» Il entre donc, dans la composition de chacune des valves, des faisceaux qu'un partisan de la théorie des feuilles carpellaires aurait considérés, à première vue de leur insertion, comme appartenant à des feuilles différentes; tandis que, d'un autre côté, chaque placenta est formé seulement par le médian des cinq faisceaux, dont l'ensemble paraissait devoir constituer une feuille particulière.

» N'est-ce pas là une réfutation péremptoire de la théorie des feuilles carpellaires, en ce qui concerne l'*Eschscholtzia*, puisque l'insertion même des faisceaux qui entrent dans la composition de ces prétendues feuilles la condamne, en faisant voir leur origine diverse? Mais il y a encore d'autres preuves. Continuons.

» Chaque faisceau réniforme ayant produit cinq faisceaux, en y ajoutant ceux de l'extrémité du grand axe de l'ellipse, le nombre total des faisceaux est porté à douze, arrangés, vers la base du fruit, à peu près suivant un losange, dont les angles sont occupés par les quatre plus gros faisceaux. Ce sont les deux situés à l'extrémité du petit axe, qui se prolongent dans les placentas, ainsi que je l'ai dit déjà.

» Ces douze faisceaux sont d'abord inégaux; les derniers produits par les larges faisceaux réniformes sont les plus petits : ce sont les plus rapprochés de chaque faisceau placentaire. Le volume relatif de ces faisceaux change en montant; car les plus petits deviennent, plus haut, à peu près de même grosseur que les autres. Alors aussi s'intercalent, entre

ces faisceaux, des fascicules secondaires plus faibles, qui leur sont unis par d'autres fascicules plus ou moins obliques.

» Les deux faisceaux placentaires, qui étaient des plus volumineux vers la base, s'atténuent au point de paraître tenir la place de deux des faisceaux secondaires intercalés, qui seraient seulement un peu plus gros que les autres.

» Telle est la constitution du fruit dans ses deux tiers inférieurs environ. Pourtant, dans quelques fruits de la plus grande dimension, au lieu de cinq gros faisceaux dans chaque valve, il y en a souvent sept, avec un nombre correspondant de faisceaux secondaires interposés.

» Dans la partie supérieure du fruit, les cellules à parois épaisses et poreuses se multiplient considérablement; elles entourent les faisceaux, et forment avec eux une épaisse couche fibroïde qui gêne beaucoup l'observation des faisceaux eux-mêmes. A cause de cela, on suit plus aisément sur l'ovaire que sur le fruit le passage des faisceaux dans les lobes stigmatiques.

» Si donc nous faisons des coupes transversales de bas en haut d'un ovaire, nous trouvons d'abord que chaque placenta est constitué par un seul faisceau. En montant, ce faisceau prend une section à peu près en fer à cheval. Plus haut, le fond du fer à cheval se sépare des extrémités, qui forment deux fascicules plus rapprochés du centre de l'ovaire (dans le fruit on en trouve quatre à cinq); les autres faisceaux de l'ovaire restent régulièrement distribués. Puis, en montant toujours, le fond du fer à cheval s'affaiblit et se divise lui-même en deux faisceaux, qui paraissent s'unir sur un court espace avec les deux antérieurs pour se séparer de nouveau, de sorte que, vers le sommet des placentas, ou un peu au-dessus, il y a, pour chacun d'eux, deux paires de faisceaux, l'une externe et l'autre interne; puis la paire interne se dispose en un seul faisceau, qui, lui-même, s'allie à l'un des faisceaux externes, vers le sommet de la loge.

» Jusque-là les autres faisceaux restent à peu près régulièrement distribués dans la paroi ovarienne; mais dans la partie supérieure, formant le collet stylaire, qui supporte les quatre lobes stigmatiques, les faisceaux se répartissent en quatre groupes : deux superposés aux placentas et deux surmontant les valves. Le nombre des faisceaux diminue graduellement dans chacun de ces groupes, de façon qu'en montant dans les stigmates on finit par ne plus trouver que cinq, quatre, trois ou un seul faisceau. Il n'y en a déjà plus qu'un dans les petits lobes, quand il y en a encore trois dans les grands.

» C'est en vain que l'on voudrait arguer de la présence de ces quatre lobes stigmatiques, en faveur de l'existence de quatre feuilles carpellaires. Le *Chelidonium* et le *Macleya*, qui ont aussi deux valves et deux placentas, n'ont que deux lobes stigmatiques, et pourtant on veut leur attribuer aussi quatre feuilles carpellaires. La même remarque s'applique aux *Papaver*, dont les lobes stigmatiques surmontent les valves et non les cordons pistillaires, quoi qu'en aient dit M. A. de Saint-Hilaire (*Morphologie*, 1847, p. 534) et tous les botanistes qui décrivent, comme lui, les stigmates des *Papaver* comme simplement *rayonnants*. Et cependant l'on veut gratifier les *Papaver* d'un nombre de feuilles carpellaires fertiles (représentées par les cordons pistillaires et les placentas) égal au nombre des prétendues feuilles stériles que surmontent les lobes stigmatiques.

» Le nombre de ces lobes stigmatiques n'indique donc pas toujours celui des carpelles ou des feuilles carpellaires, puisque l'on accorde au *Chelidonium* et au *Macleya*, qui ont deux lobes stigmatiques superposés aux valves, ainsi qu'aux Crucifères, qui ont seulement deux lobes stigmatiques surmontant les placentas, le même nombre de carpelles ou de feuilles carpellaires qu'à l'*Eschscholtzia*, qui a quatre lobes stigmatiques, c'est-à-dire à la fois les deux sortes de stigmates qui caractérisent, d'une part, le *Chelidonium* et le *Macleya*, et, d'autre part, les Crucifères.

» Les caractères anatomiques peuvent seuls marquer avec certitude le degré de ressemblance que les ovaires ou les fruits peuvent avoir avec la feuille ou avec la tige. Dans l'*Eschscholtzia*, le fruit n'a rien de la feuille. La constitution de ses valves, et encore moins celle de ses placentas ne peuvent être assimilées à celle de la lame d'une feuille, ni même à celle du pétiole. Au contraire, le fruit le plus développé a une grande ressemblance par la forme, par la distribution et par la consistance de ses faisceaux, avec la forme, la distribution et la consistance des faisceaux des mérithalles les plus âgés de la tige. Seulement l'interposition des faisceaux secondaires plus petits entre les faisceaux plus gros est plus régulière dans le fruit que dans la tige. Pour effectuer cette comparaison, on peut prendre des fruits avancés en âge et des mérithalles des plus longs et des plus âgés.

» Ainsi, bien que le fruit de l'*Eschscholtzia californica* soit séparé de la tige proprement dite par la coupe réceptaculaire et par les quatre faisceaux par lesquels la base du fruit est attachée à cette coupe, les caractères anatomiques de la tige et du fruit sont aussi concordants qu'il est possible de le désirer dans des organes de fonctions si différentes.

» La constitution des fruits du *Glaucium* et de l'*Eschscholtzia* montre

donc, comme celle des *Papaver*, et sous une autre forme, que le pistil de ces plantes n'est pas le résultat d'une modification des feuilles, mais plutôt de la tige. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Substances alimentaires conservées par l'action du froid;* Note de M. **Boussingault.**

« Il y a quelques années (c'était en 1865), du bouillon de bœuf, enfermé dans des flacons, fut plongé durant quelques heures dans un mélange réfrigérant dont la température descendit à — 20 degrés. Aujourd'hui ce bouillon a toutes les qualités qu'il possédait lorsqu'il a été soumis à l'action du froid.

» Du jus de canne à sucre, exposé, en vase clos, à la même température de — 20 degrés, a été préservé de toute altération.

» Ces essais avaient été suggérés par ce fait bien connu des géologues : qu'une basse température devient, pendant des siècles, un obstacle à la décomposition de la chair musculaire. Ainsi, en 1804, on trouva, à l'embouchure de la Léna, en Sibérie, un éléphant enchâssé dans la glace, et en un tel état de conservation qu'il servit de pâture aux animaux. Ce n'était pas là un cas exceptionnel. Les explorations des côtes de la mer Glaciale, entre la Léna et le Kolyma, entreprises à la suite du voyage du capitaine Becchey à la baie d'Escholtz, dans l'Amérique septentrionale, au delà du cercle arctique, ont fait découvrir des milliers d'éléphants, de rhinocéros, de buffles, ensevelis dans la glace ou dans le terrain glacé de ces contrées. »

« M. **Larrey**, à propos de la Communication de M. Boussingault, rappelle que son père avait constaté maintes fois, dans la campagne de Russie, la conservation relative, ou à divers degrés, des corps d'hommes ou d'animaux morts et ensevelis sous la neige, comparativement aux cadavres laissés à la surface du sol ou à l'air libre, et atteints plus rapidement de putréfaction. »

HYDROLOGIE. — *Sur la crue de la Seine, le 23 janvier 1873;* Note de M. **Belgrand.**

« La Seine a éprouvé, la semaine dernière, une forte crue due à un seul phénomène météorologique, la grande pluie qui, dans la nuit du samedi au dimanche et dans la journée du dimanche, 19 courant, est tombée sur toute l'étendue du bassin de la Seine.

» Le lundi 20, au matin, nous avons reçu, des stations d'observation, des télégrammes annonçant que les affluents torrentiels du fleuve étaient en grande crue, et nous avons annoncé une forte crue à tous les services intéressés de Paris et de la basse Seine, ainsi qu'au *Journal officiel*.

» La Seine s'élevait, le 19, à la cote $2^m,30$ de l'échelle du Pont-Royal.

» On a calculé la cote qu'elle atteindrait trois jours après, au moyen de la règle indiquée dans ma dernière Notice, c'est-à-dire en multipliant par 2 la moyenne des montées des petits affluents torrentiels sur lesquels nous faisons des observations, et en ajoutant le produit à la cote du Pont-Royal :

La montée de l'Yonne, à Clamecy, était, le 20	$1^m,50$
» du Cousin, à Avallon	1,30
» de l'Armançon, à Aisy	1,30
» de la Marne, à Chaumont	1,10
» » à Saint-Dizier	0,50
» de la Saulx, à Vitry-le-Brûlé	1,50
» de l'Aisne, à Sainte-Menehould	0,95
» de l'Aire, à Vraincourt	1,80
Total	9,95
Moyenne	1,244

Moyenne multipliée par 2	$2^m,49$
Ajoutant la cote de la Seine obtenue, le 19, au Pont-Royal	2,30
On obtient la cote probable du 23	4,98 (1)

» Le mardi 21, nous annoncions donc que, le jeudi 23, la Seine s'élèverait, au Pont-Royal, à la cote $4^m,80$, et, en effet, cette dernière cote a été atteinte exactement.

» D'après les nombres qui précèdent, la montée de la Seine, par l'effet d'un seul phénomène météorologique, a été de $2^m,49$ au Pont-Royal, ce qui est assez rare. La montée de la crue de novembre et décembre dernier a été beaucoup plus grande, puisqu'elle s'est élevée à $6^m,15$, mais elle a été produite par huit ou dix crues successives des affluents correspondant à autant de phénomènes météorologiques. »

---

(1) Ces calculs sont faits, sous ma direction et sous le contrôle de M. G. Lemoine, mon collaborateur, par M. Marechal, conducteur des ponts et chaussées.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la variabilité apparente de la loi de Dulong et Petit;* Note de **M. Hirn**.

« Dans ces derniers temps, plusieurs physiciens de mérite ont essayé de répandre des doutes, non-seulement sur l'exactitude, mais sur l'existence même de la grande loi de Dulong et Petit, concernant la constance du produit du poids atomique des corps par leur capacité calorifique. Un pareil accès de scepticisme a tout lieu de nous étonner, alors qu'il s'agit d'une des questions les mieux élucidées de la science moderne. Pour en montrer et l'origine et le peu de fondement, il suffirait peut-être de renvoyer à plusieurs beaux travaux, parmi lesquels je citerai en première ligne ceux de M. Clausius, dans lesquels cet éminent analyste montre, avec précision et netteté, ce qu'il faut entendre aujourd'hui par la capacité calorifique d'un corps, et ce qui, au point de vue expérimental, en masque souvent la vraie valeur. Je pourrais m'en référer à mes propres travaux qui concernent directement la loi en question et ses applications. Bien que j'espère pouvoir bientôt publier un nouveau traité de Thermodynamique, dans lequel on trouvera un grand chapitre consacré à ce beau sujet, je pense bien faire en montrant dès à présent, sous une forme concise, l'origine de ces doutes, produits devant l'Académie même.

» Je n'ai pas la prétention de dire ici quoi que ce soit de neuf; je crois seulement utile de rétablir les faits sous leur vrai jour. Il existe aujourd'hui une école de philosophie tout entière, dont la proposition principale est que toutes nos *prétendues* lois de la nature ne sont que des *fictions*. C'est, je pense, lui donner gain de cause, que de ne pas réfuter immédiatement des critiques qui s'en prennent aux principes que l'on est en droit de considérer comme définitivement consacrés dans la science. Tous les doutes qu'on a, à diverses reprises, élevés quant à la loi de Dulong et Petit, reposent sur une fausse définition, je ferais mieux de dire sur une fausse conception de ce qui constitue la vraie capacité calorifique des corps.

» Lorsqu'un corps s'échauffe, par son contact ou son voisinage avec un autre corps plus chaud que lui, la chaleur qu'il reçoit y est employée généralement de trois manières différentes : 1° à surmonter, en le dilatant, des résistances externes; à produire, par suite, un *travail externe* que nous pouvons non-seulement mesurer directement, mais souvent recueillir; 2° à surmonter des résistances intérieures (attraction moléculaire, cohésion, etc., etc., peu importe le nom); à produire, par suite, un *travail in-*

terne que nous ne pouvons point mesurer directement; 3° enfin à élever la température. En désignant par q la totalité de chaleur donnée par le corps chaud, par A l'équivalent calorifique du travail, par k la capacité calorifique réelle, par e le travail externe, et par i le travail interne, on a

$$q = k(t_0 - t_1) + Ae + Ai,$$

t_0 étant la température initiale, et t_1 la température finale du corps.

» On a appelé jusqu'ici, et bien à tort, capacité calorifique le rapport $\frac{q}{t_0 - t_1}$. Toutes nos tables ne donnent pas autre chose que ce rapport. Que cette manière d'opérer et de dénommer ne soit plus en harmonie avec l'état actuel de la science, qu'elle constitue un non-sens complet, c'est ce qui est évident.

» Dans notre équation, en effet, le produit $k(t_0 - t_1)$ seul représente la chaleur qui se trouve réellement en plus dans le corps; les termes Ae et Ai représentent de la chaleur consommée, de la chaleur *à l'état potentiel*, qui ne peut reprendre, qualitativement et quantitativement, sa forme première que *si le refroidissement du corps se fait rigoureusement dans les mêmes conditions que l'échauffement*. Le nombre q n'est donc homogène que quand on le considère comme une *dépense* ou comme une *restitution*. Au point de vue du corps lui-même, que nous avons porté de t_0 à t_1, q constitue une somme essentiellement hétérogène, aussi *impossible* que l'est, par exemple, celle d'une ligne et d'un carré, d'un carré et d'un cube.

» Dans les gaz comme l'hydrogène, l'azote, l'oxygène, l'air atmosphérique, où l'attraction moléculaire est très-faible, le terme i devient presque nul par rapport à e qui nous est connu. Dans les solides et même dans les liquides, c'est le contraire qui existe, e est très-petit, et i est très-grand. J'ai montré dans plusieurs de mes travaux que pour l'eau, par exemple, le travail interne exécuté de 0 à 1 degré, coûte les six dixièmes de la chaleur qu'on communique au liquide. Ce travail est naturellement une fonction de la distance des atomes, ou, si l'on aime mieux, du volume du corps; il est, par suite aussi, une fonction de la température, et Ai croît en général rapidement avec elle. Il constitue, en un mot, une variable, et par conséquent, si l'on s'obstine à appeler capacité calorifique le rapport hétérogène

$$c = \frac{k(t_0 - t_1) + A(e + i)}{t_0 - t_1},$$

que nous obtenons directement dans nos expériences calorimétriques, il

est bien clair que cette capacité nous apparaît comme une variable. Selon la température à laquelle nous opérons, selon l'état du corps, selon qu'il est cristallisé, amorphe, solide, liquide ou gazeux, c change de valeur dans des limites très-étendues; et il est bien clair alors aussi que la loi de Dulong et Petit, si l'on veut la déduire du nombre c, n'apparaît plus que comme une simple approximation, et peut être mise en doute. L'étude expérimentale des variations de c, ou plutôt de q, en fonction de t, est éminemment utile et intéressante, en ce qu'elle nous permet de pénétrer en quelque sorte la structure des corps. En séparant $k(t_0 - t_1)$ de $A(e + i)$, nous parvenons en effet déjà, dans bien des cas, à évaluer l'intensité des forces moléculaires qui, dans un corps, font équilibre à la force calorifique. Mais les grandes différences qu'on trouve pour c, quand on étudie un même corps sous différents états d'agrégation, celles que présente notamment le carbone, selon qu'il est à l'état de diamant ou de charbon, ne prouvent absolument rien contre l'existence de la loi de Dulong et Petit. Cette loi ne concerne que le terme k, le seul qui puisse porter le nom de capacité calorifique; et ce terme est tout aussi nécessairement une constante que la somme hétérogène $k(t_0 - t_1) + A(e + i)$ est une variable.

» Si E désigne le poids atomique d'un corps, c'est le produit kE qui doit être une constante, et nullement le produit $\left[k + \frac{A(e+i)}{t_0 - t_1}\right]$E.

» A l'époque où Dulong et Petit ont découvert leur grande loi, l'équation

$$q = k(t_0 - t_1) + A(e + i)$$

était absolument inconnue, et c'est du rapport c que ces physiciens ont dû se servir tel quel. De la *presque constance* du produit cE pour vingt corps simples, pour lesquels M. Regnault, avec son exactitude habituelle, a déterminé plus tard le rapport c, il faut donc conclure que le travail interne i lui-même est lié d'une manière déterminée avec le poids atomique, qu'il en est une fonction. Je puis, en ce qui concerne toute cette belle question de philosophie naturelle, me permettre de renvoyer à ce que j'en ai dit dans mes deux derniers ouvrages [*Exposition analytique et expérimentale de la Thermodynamique* (2e édition) et *Analyse élémentaire de l'Univers*].

» Nous disons que, pour les corps solides et liquides, la valeur de e (travail externe) est, en général, très-petite par rapport à celle de i (travail in-

terne), dans l'équation

$$q = k(t_0 - t_1) + Ai = \left(k + \frac{Ai}{t_0 - t_1}\right)(t_0 - t_1),$$

où q et $(t_0 - t_1)$ sont seuls connus directement; nous ne pouvons donc déterminer k qu'en adjugeant une valeur donnée à i, et réciproquement. Il semble ainsi qu'on fait un cercle vicieux, en concluant quoi que ce soit quant à la constance, et quant à la valeur particulière de k. Il en serait en effet ainsi, si nous n'avions étudié les corps qu'à leur état solide ou liquide, états où l'attraction moléculaire prédomine sur toutes les autres forces directement mesurables qui agissent sur ces corps.

» Mais pour les trois gaz (hydrogène, oxygène, azote, et par suite air atmosphérique) dans lesquels i est sensiblement nul, et pour lesquels e est connu, la valeur, facile à déterminer, de k est invariable, et le produit kE est absolument identique. En ce qui concerne les gaz rapprochés de leur point de liquéfaction, en ce qui concerne les vapeurs, pour lesquelles des méthodes spéciales ont permis de déterminer directement $A(i + e)$, on trouve encore k constant et le produit kE identique; on le trouve alors même qu'il s'agit de corps composés, pourvu qu'on sache tenir compte de cette composition. Nous pouvons donc légitimement en inférer que la loi de Dulong et Petit, convenablement interprétée, et mise en harmonie avec l'état actuel de nos connaissances, est universelle, et que tous les écarts qu'elle semble éprouver, quand on l'applique à un même corps sous ses divers états, ne dérivent exclusivement que des modifications que subit la grandeur du travail interne et de la chaleur Ai qu'il représente. Dans l'ouvrage de Thermodynamique que je pense terminer bientôt, j'espère montrer, mieux encore que dans mes précédents travaux, l'immense portée de cette loi, et réduire à néant toutes les objections qu'on a essayé d'y faire. Je dirai seulement ici que nous sommes peut-être trop près encore de ces deux grands physiciens, pour que chacun consente volontiers à assigner à leur découverte son vrai rang dans la science. Une postérité plus juste, parce qu'elle sera plus désintéressée, placera certainement leur loi à côté de celle de la gravitation universelle. Ce que l'une nous permet de lire dans les profondeurs les plus reculées de l'espace, l'autre nous permet de l'analyser dans les parties intimes des corps. »

BOTANIQUE. — *Structure des hétérogènes* (suite); par M. Th. Lestiboudois.

« Les *Portulacées*, les *Mésembryanthémées* et les *Crassulacées*, qui, avec les *Caryophyllées*, font partie des *Cyclospermées*, ne m'ont offert aucune espèce ayant la véritable structure des hétérogènes.

» A la vérité, leur bois est parfois formé de zones d'aspect différent; mais ces zones n'ont pas les caractères des productions extralibériennes : l'étude de quelques espèces suffit pour le démontrer.

» *Portulacées*. — Le *Talinum fruticosum* a une tige pourvue d'un centre médullaire large, parsemé de points arrondis, imitant des faisceaux fibro-vasculaires diversement unis, mais seulement composés d'utricules arrondis, pleins d'une matière finement granuleuse et obscurs dans leur partie centrale. Le système ligneux est formé de faisceaux étroits, séparés par des rayons médullaires bien marqués; ces faisceaux sont composés de groupes vasculaires, allongés transversalement, correspondant aux faisceaux voisins, de manière à former des cercles assez réguliers; ces cercles sont séparés par des zones composées intérieurement de clostres à parois épaisses, poreuses, extérieurement d'utricules larges, minces, arrondis; quelquefois cependant les cercles vasculaires ne sont séparés que par des clostres. Le tissu aréolaire qui sépare chaque zone ligneuse de la suivante ne saurait être considéré comme un liber enfermé dans le bois, car il n'a aucun des caractères précis des tissus corticaux, et les faisceaux ligneux ne s'accroissent plus quand d'autres faisceaux les entourent.

» La zone d'accroissement est transparente; l'écorce est épaisse, sans fibres libériennes, mais parsemée de points semblables à ceux de la moelle; elle contient aussi des utricules pleins de petits cristaux obscurs, agglutinés, quelquefois accompagnés de grains de fécule.

» L'extrémité des rameaux n'a plus qu'un seul cercle de groupes vasculaires, qui se divise vis-à-vis de la ligne médiane des feuilles décussées et leur fournit des fibres.

» La plupart des vaisseaux sont munis de pores très-petits, en lignes transversales, si rapprochés qu'ils imitent des fentes.

» *Mésembryanthémées*. — La tige ligneuse du *Mesembryanthemum spectabile* a une moelle large; ses premiers faisceaux vasculaires sont parfois verts; ceux qui suivent sont petits, linéaires, et forment un grand nombre de cercles complets ou incomplets, séparés par des zones un peu transparentes, uniformément composées de clostres très-aigus, à parois épaisses,

un peu poreuses, devenant très-minces dans les zones extérieures; la zone d'accroissement est transparente, formée d'utricules très-minces.

» Les tiges herbacées du *M. cristallinum*, *falcatum*, etc., n'ont qu'un cercle vasculaire; les premiers faisceaux en sont parfois séparés par du tissu médullaire.

» *Crassulacées.* — L'*Echeveria coccinea*, âgé de plusieurs années, a une tige épaisse, charnue, garnie supérieurement de feuilles rapprochées en spirale quinaire, marquée inférieurement des cicatrices des feuilles tombées. Sa moelle est très-large et contient des faisceaux fibrovasculaires épars. A sa périphérie est une zone transparente, quelquefois interrompue; son système ligneux se compose de deux cercles vasculaires et d'un cercle incomplet; ces cercles sont séparés par des zones de clostres aigus, à parois épaisses, souvent poreuses. Ces zones manquent en certains points; elles n'ont aucun des caractères des zones corticales et n'ont plus d'accroissement, quand elles sont recouvertes de tissu plus récent; entre les vaisseaux, on trouve des clostres et des utricules minces, ou aigus ou arrondis, ou rectangulaires, placés tantôt en dedans, tantôt en dehors des vaisseaux et ne constituant pas des zones régulières. La zone d'accroissement est peu distincte; l'écorce n'a pas de fibres libériennes. Son épiderme est jaunâtre.

» Les rameaux florifères ont une organisation analogue à celle de la tige; leurs zones ligneuses deviennent moins régulières, moins nombreuses, souvent interrompues; au sommet, ils n'ont plus de faisceaux vasculaires disséminés dans la moelle, mais on trouve un cercle de faisceaux vasculaires intérieurs, entourés de tissu transparent, comme si les faisceaux de la moelle avaient pris une position régulière.

» L'*Echeveria glauca*, qui a les feuilles en rosette, a une structure analogue à celle de l'*E. coccinea*.

» Le *Cotyledon orbiculata* (var.) a une tige dont la structure se rapproche de celles des genres précédents. Sa moelle est large, verdâtre; sa partie ligneuse est formée de groupes vasculaires, disposés en lignes rayonnantes et correspondant assez régulièrement à ceux des faisceaux voisins; mais ils en sont séparés par des rayons médullaires trop larges pour prendre l'apparence de cercles continus. Le tissu qui est interposé entre les groupes vasculaires est formé d'utricules minces, assez transparents, à extrémités arrondies, peu différents de ceux de l'endoxyle et de ceux qui constituent la partie corticale des faisceaux; mais ils sont uniformément répandus entre tous les groupes vasculaires, de sorte qu'on ne saurait admettre qu'ils con-

stituent dans le système ligneux une zone d'une nature différente. A l'extrémité des rameaux, le nombre des faisceaux est réduit à quatre.

» Le *Sempervivum arboreum* a une moelle médiocrement large; ses premiers groupes vasculaires sont petits, nombreux, arrondis, formant un cercle régulier; ceux qui suivent forment des cercles complets ou incomplets, entièrement distincts ou réunis en certains points. Le tissu qui les sépare est formé de clostres aigus, à parois épaisses, poreuses; en quelques points cependant ces parois sont minces, comme celles des utricules de la zone d'accroissement; mais on ne saurait assigner une place fixe au tissu ainsi modifié, ni tracer une limite entre lui et le bois parfait.

» Une espèce, cultivée au jardin du Luxembourg, sous le nom de *Sempervivum Hauwarthii*, a ses premiers faisceaux, au nombre de cinq, peu réguliers, formant un cercle autour d'une moelle fort rétrécie; ceux qui suivent sont petits, peu distincts et forment des cercles complets ou incomplets. Les cercles vasculaires sont séparés par des zones ligneuses, uniformes : la première est la plus large; celles de la périphérie sont un peu plus pâles; ces zones sont formées exclusivement de clostres à parois épaisses, poreuses, dures, qui sont en contact immédiat avec les vaisseaux. Aucune de ces zones ne peut donc être considérée comme une zone corticale, enfermée par des productions extralibériennes; aucune ne s'est accrue après la formation des tissus plus extérieurs.

» Le *Sempervivum tectorum* se rapproche encore plus de l'organisation normale. Sa tige est tuberculiforme et supporte les feuilles en rosette; son système ligneux est composé d'une moelle large et de faisceaux fibrovasculaires petits, inégaux, divisés par des rayons inégaux; un petit nombre d'entre eux est divisé par des lignes transversales de tissu transparent ou de tissu formé d'utricules pleins de grains obscurs. En dehors de quelques-uns on trouve un groupe vasculaire arrondi, entouré de tissu transparent, qui semble une fibre foliaire commençant à se détacher du cercle ligneux. L'écorce, séparée du bois par une zone transparente bien distincte, est formée 1° d'une partie intérieure, composée de fibres transparentes, rangées en cercles concentriques nombreux, divisés par des prolongements médullaires étroits. Ces fibres sont composées d'utricules allongés, très-étroits, à parois très-minces, à extrémités arrondies; 2° d'une partie extérieure, ou parenchyme, assez épaisse : ces deux parties sont parcourues par des faisceaux foliaires transversaux, ou descendant pour atteindre des feuilles inférieures repoussées en bas par le développement des feuilles supérieures.

» La tige du *Larochæa falcata* a inférieurement des faisceaux dont les parties ligneuses sont unies en cercle; leurs vaisseaux sont en groupes rapprochés, les uns intérieurs, les autres plus extérieurs et séparés par du tissu ligneux; les parties corticales des faisceaux sont soudées en une zone transparente continue, en dehors de laquelle est le parenchyme. Supérieurement la tige a un petit nombre de faisceaux (sept à huit) assez volumineux, fournissant dans leurs intervalles des fibres qui se rendent aux feuilles; leur partie ligneuse, qui, dans la coupe transversale, se présente sous forme semilunaire, est composée de vaisseaux trachéens divers et de clostres; leur partie corticale, correspondant à la partie concave de la partie ligneuse, est composée d'utricules transparents, allongés, aigus, à parois excessivement minces. On ne trouve dans cette organisation aucun indice de formation extralibérienne.

» Plusieurs espèces de *Sedum* nous ont aussi présenté des faisceaux fibro-vasculaires, séparés par des fibres foliaires ou unis en cercle, et des groupes vasculaires entre lesquels on ne rencontre que des clostres ligneux.

» *Calycanthées.* — Elles ont offert un exemple de production extralibérienne dans le vieux tronc de *Calycanthus floridus*, figuré par M. de Mirbel (*Ann. Sc. nat.*, 1828); il a quatre faisceaux extralibériens, situés aux extrémités de deux diamètres se croisant à angles droits et correspondant à l'insertion des feuilles. Ces faisceaux ont une moelle petite, rapprochée du côté extérieur, entourée de cercles ligneux, divisés du côté extérieur par des rayons médullaires qui partent de la moelle et s'étendent jusqu'à la périphérie; ces cercles sont parfois interrompus du côté extérieur. Ces dispositions sont semblables à celles que nous avons observées dans l'une des Sapindacées que nous avons décrites; elles sont l'inverse des dispositions observées dans le *Dianthus Carthusianorum*, dont les faisceaux extralibériens ont le centre médullaire rapproché du côté intérieur, et les cercles ligneux interrompus de ce côté.

» *Légumineuses.* — Plusieurs tribus de cette famille renferment des espèces dont l'accroissement est hétérogène. Les *Bauhiniées* (*Cæsalpiniées*) en ont quelques-unes dont la structure est remarquable. Un *Bauhinia de Cayenne* (n° 2300, Mus. hist. nat.) a une tige dont la moelle est rougeâtre, obscurément tétragone, entourée d'un tissu ligneux très-dense, rouge, sans vaisseaux apparents, divisé par des rayons médullaires très-fins. Autour de ce tissu est une zone ligneuse rougeâtre, qui est plus pâle que l'écorce, et dont les vaisseaux sont assez volumineux. Cette zone est échancrée de deux côtés, comme si la croissance du bois, en ces points, avait moins d'activité;

elle est entourée d'une écorce rouge qui contient des fibres aiguës, dont quelques-unes sont roides à parois épaisses, et d'autres flexibles à parois très-minces. Son parenchyme est composé d'utricules minces et de masses d'utricules à parois épaisses, dures, transparentes; en dehors des fibres corticales apparaît une nouvelle formation ligneuse, semblable à la zone externe de la première; elle est plus mince vis-à-vis d'une des échancrures du premier bois et manque vis-à-vis de l'autre échancrure. Ce nouveau bois est recouvert extérieurement d'une écorce propre.

» Après cette formation de nouvelles couches de bois se forment successivement en dehors du liber de celles qui les ont précédées; elles sont interrompues vis-à-vis des deux échancrures du bois primitif, de sorte qu'elles ne constituent que des arcs ligneux, et que la tige a un accroissement bilatéral. La formation des arcs ligneux cesse ensuite d'un côté et se continue de l'autre; l'accroissement de la tige devient ainsi unilatéral; sur une tige j'ai compté trois arcs d'un côté et neuf de l'autre. Tous ces arcs, larges à leur partie moyenne, rétrécis à leurs extrémités, sont séparés par une écorce semblable à l'écorce primitive.

» Le *Bauhinia scandens* a une tige aplatie, géniculée, marquée de côtes arrondies, peu saillantes, rapprochant ses bords en sens inverse à chaque mérithalle, de sorte que les mérithalles ont une face convexe et une face concave, la première correspondant à la face concave du mérithalle supérieur et de l'inférieur, la deuxième répondant à leur face convexe. Leur bourgeon est inséré à la partie supérieure de leur face convexe. La tige a une moelle petite, roussâtre, quadrilobée, entourée d'un tissu ligneux, pâle, d'abord dense et sans vaisseaux apparents, puis à vaisseaux très-apparents et ne présentant plus que des traces de tissu dense à peine visibles; il se développe beaucoup plus, en deux points diamétralement opposés, que dans les autres points, ce qui rend la tige fortement aplatie. Il est divisé par des prolongements corticaux, peu réguliers, allant d'une face de la tige à l'autre, ou restant incomplets. Fréquemment, la partie ligneuse qui occupe le milieu de la tige est séparée des parties latérales par deux prolongements corticaux fort rapprochés de l'étui médullaire dans leur partie moyenne; souvent les prolongements corticaux qui partagent le bois qui répond à la partie centrale de la face concave sont unis par un prolongement transversal; de sorte que cette partie du corps ligneux est partagée en faisceaux séparés les uns des autres par une zone d'écorce et conséquemment extralibériens; les prolongements corticaux, complets

ou incomplets, ont des fibres libériennes, transparentes, aiguës, fermes, comme l'écorce principale.

Un *Bauhinia* à tige aplatie, spiralée, creusée de cannelures profondes, a une moelle subquadrilobée, entourée de couches ligneuses très-flexueuses, très-étroites, nombreuses, sans vaisseaux apparents, formées de zones très-denses, rougeâtres, alternant avec des zones plus pâles; leurs rayons sont excessivement fins. En dehors de ces couches, le bois montre des vaisseaux de plus en plus nombreux, volumineux; il est plus pâle et moins dense, mais parcouru par quelques lignes irrégulières de tissu dense. L'écorce forme quelquefois des replis qui pénètrent dans le bois, et semblent se continuer avec les lignes denses du bois dont ils ont la couleur; celles-ci pourraient ainsi être considérées comme la continuation des prolongements corticaux, d'autant plus que les fibres qui les composent sont aussi fines, aussi longues, aussi transparentes que les fibres corticales. Mais il est plus rationnel de considérer les lignes denses du bois comme les analogues de celles qui existent, mais d'une manière moins manifeste, dans le *B. scandens*. Cette espèce n'aurait donc pas de faisceaux extralibériens, c'est-à-dire séparés des autres parties du bois par des zones corticales. Elle méritera d'être étudiée sur le vivant.

» Dans les *Phaséolées* (*Papilionacées*), le *Glycine sinensis* (*Wisteria*, Nutt.) présente à l'origine une structure tout à fait normale; les jeunes tiges ou rameaux ont une moelle large, verte en son contour, parsemée de points rougeâtres qui sont les sections d'une sorte de vaisseaux propres formés d'utricules rectangulaires ou aigus, à parois épaisses, transparentes, à cavités colorées par une matière rouge ou jaunâtre. Le premier cercle ligneux est formé de huit faisceaux qui contiennent des trachées à spires ouvertes, des trachées à spires serrées, des vaisseaux poreux d'un très-petit diamètre, puis des vaisseaux dont la cavité est visible. Ces faisceaux sont séparés par des faisceaux plus petits. La zone d'accroissement est transparente, l'écorce est formée d'un cercle de faisceaux fibreux, correspondant exactement aux faisceaux ligneux, et d'un parenchyme vert pâlissant à l'extérieur et recouvert d'un épiderme mince. Les bois et l'écorce, en s'accroissant, produisent des couches concentriques fort distinctes. Les couches ligneuses sont formées intérieurement d'un cercle de vaisseaux serrés, d'un diamètre très-variable, et extérieurement d'un tissu ligneux pâle, peu vasculaire, formé d'utricules qui sont courts dans le voisinage des vaisseaux, et dont les parois sont épaisses et poreuses; au milieu de ce tissu

sont des lignes irrégulières plus denses, plus colorées et formées de fibres très-longues, très-aiguës, très-flexibles, transparentes, présentant quelquefois des dilatations, ayant une grande ressemblance avec des fibres corticales. Les rayons médullaires sont peu apparents dans la partie inférieure des couches ligneuses; les couches corticales sont en nombre égal à celui des couches ligneuses; elles sont minces, divisées par des prolongements médullaires qui correspondent aux rayons et sont composées d'une zone utriculaire parsemée de points rougeâtres comme la moelle, et d'un cercle de fibres très-longues, très-aiguës, très-fines ou assez volumineuses, à parois transparentes, à cavité petite, présentant quelques dilatations. Ces fibres sont accompagnées d'utricules cubiques à parois épaisses, un peu transparentes. Après un certain nombre d'années, il se forme en dehors des couches fibreuses de l'écorce un nouveau tissu ligneux qui a une écorce semblable à l'écorce primitive et un accroissement propre.

» Après un laps de temps variable, il se forme de nouveaux faisceaux ligneux en dehors des fibres de la deuxième écorce, puis en dehors des fibres de la troisième, etc.; par exemple, sur une tige d'environ dix-sept ans, nous trouvons au centre un corps ligneux composé de douze couches très-distinctes et entouré d'une écorce ayant douze cercles de fibres. En dehors de cette écorce est une deuxième formation ligneuse composée d'un côté de quatre couches très-distinctes, et de l'autre côté de trois ou seulement de deux couches, presque confondues, et interrompues en un point. Cette interruption s'étend même à travers l'écorce et le bois de première formation jusqu'au centre médullaire; enfin, en dehors de la deuxième écorce, est une troisième formation ligneuse, composée de deux couches ne formant qu'un arc de très-faible étendue et revêtu d'une écorce.

» A mesure que la tige deviendra plus âgée, elle contiendra un plus grand nombre de formations extralibériennes (nous en avons vu sept et plus) circulaires, ou constituant seulement des arcs dont les écorces unissent leurs extrémités aux écorces préexistantes, et divisent le bois en îlots. Ces formations et les couches qui les composent sont de moins en moins nombreuses vers les parties supérieures de la tige : les fibres se sont, en effet, épanouies successivement dans les rameaux et les feuilles formés à divers étages. Le bois de ces différentes formations s'unit à celui des rameaux de diverses manières : le plus souvent les formations les plus profondes se continuent avec les rameaux inférieurs, et les formations plus récentes se continuent avec les rameaux supérieurs, et passent à côté du point d'émergence des premiers rameaux, de sorte que le point d'origine de ceux-ci est

fort enfoncé dans la tige. Mais les formations extralibériennes plus récentes des rameaux anciens viennent elles-mêmes recouvrir les formations qui appartiennent aux rameaux supérieurs, ou se confondre avec elles, de manière qu'on trouve souvent un arrangement assez compliqué au point d'émergence des rameaux. Les formations extralibériennes récentes diminuent quelquefois d'épaisseur en descendant et s'arrêtent dans le tissu cortical avant de s'unir à d'autres formations ou d'arriver jusqu'aux rameaux, comme si les tissus nouveaux étaient créés, de proche en proche, en procédant de haut en bas.

» Les racines sont organisées comme les tiges, et les diverses formations ligneuses se comportent, à l'égard de leurs divisions, comme elles se comportent dans les tiges à l'égard des rameaux. Les racines conservent un rudiment de centre médullaire

» *Résumé.* — Il résulte des faits précédemment exposés que les *hétérogènes* (ectogènes) se rencontrent dans toutes les grandes divisions des dicotylédonés; rarement le caractère qui les distingue se trouve dans toutes les espèces d'une même famille. Ils ont pour attribut essentiel de former des faisceaux composés d'un système cortical et d'un système ligneux, en dehors de l'interstice d'accroissement des faisceaux préexistants, le plus souvent, en dehors du premier cercle des fibres corticales de ces faisceaux. Par cette formation ils ont de l'analogie avec les monocotylédonés; ils en diffèrent, parce que les faisceaux s'accroissent encore après la formation des faisceaux extralibériens, pendant un temps variable, de sorte que leur forme primitive est modifiée.

» Les faisceaux extralibériens apparaissent tantôt immédiatement après la formation des faisceaux qui les précèdent, tantôt tardivement; leur accroissement est tantôt égal, tantôt inégal; ils sont quelquefois complètement entourés d'une écorce propre, et ont un accroissement circulaire; ils peuvent même se séparer de la tige principale, de manière à former des rameaux distincts, le plus souvent privés de centre médullaire apparent. D'autres fois ils n'ont d'écorce propre que du côté extérieur, et ne s'accroissent que sur une ligne qui tend à s'unir à la ligne d'accroissement des faisceaux voisins, et à former ainsi des cercles ligneux complets ou incomplets, irréguliers ou réguliers, séparés par des zones d'écorce. Quand ils sont réguliers, la tige, à un moment donné, présente, au centre, des formations qui, parvenues au terme de leur développement, sont d'égale largeur, et à la périphérie des formations de plus en plus petites, parce que leur accroissement a duré d'autant moins qu'elles sont plus extérieures; ceux qui

touchent à la limite du parenchyme ne sont que des points de tissu transparent en état d'organisation (1). »

HYDRAULIQUE. — *Sur les manœuvres de l'écluse de l'Aubois et sur les propriétés de cet appareil;* Note de M. A. DE CALIGNY.

« Ayant été consulté par plusieurs ingénieurs des Ponts et Chaussées, relativement à des applications du système de mon invention, construit à l'Aubois, je crois devoir signaler des manœuvres dont une partie n'a d'ailleurs été étudiée, par expérience, que depuis qu'un rapport favorable a été fait à l'Académie des Sciences sur cet appareil, le 18 janvier 1869, par MM. Combes, Phillips et de Saint-Venant, rapporteur, à l'occasion des expériences faites à l'Aubois, par M. Vallès, inspecteur général des Ponts et Chaussées. Je renvoie, pour abréger, à ce Rapport, qui a très-bien décrit le système (2).

» Les ingénieurs qui s'occupent de ces applications ne paraissent pas attacher d'importance à la marche automatique, à cause du petit nombre de périodes de l'appareil et de la facilité des manœuvres. Je crois cependant utile d'appeler l'attention sur les moyens de régler au moins en partie, de manière à les rendre indépendants du degré d'attention de l'éclusier, les mouvements des tubes verticaux *dans les circonstances où l'effet utile dépend plus particulièrement de la précision de ces mouvements*. Il est donc bien entendu que je donnerai seulement dans cette Note, relativement à la marche automatique, les indications qui me paraissent utiles, soit pour mieux assurer le jeu de l'appareil, soit pour en augmenter les effets, réservant au besoin pour une autre Note les modifications qui permettent d'obtenir une marche automatique plus complète. Il ne s'agit ici que d'exposer des propriétés extrêmement simples du système, en montrant même comment on peut encore le simplifier à divers égards. Cette Note peut être considérée comme le complément de celle qui est imprimée dans le *Compte rendu* de la séance du 2 décembre dernier.

» Quand le *tube d'amont* se baisse, il est essentiel que le *tube d'aval* se lève avant que l'eau soit descendue trop bas dans ces deux tubes verticaux,

---

(1) T. LXXV, page 342, ligne 11, effacez *Gentianées* du nombre des familles hétérogènes. (Voir *Gentianées*, t. LXXV, page 817, fig. 29.)

(2) Ce Rapport a été reproduit, dès l'année 1869, dans plusieurs recueils. Voir les *Annales des Ponts et Chaussées*, le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, de M. Liouville, la *Revue universelle de Belgique*, redigée par M. de Cuyper.

parce qu'il faut éviter qu'il entre de l'air dans le grand tuyau de conduite, à l'époque du remplissage de l'écluse, quand l'eau du bief d'aval y est introduite par le *tube d'aval*.

» Cet effet est facile à obtenir, parce que le diamètre de ce dernier tube est plus grand que celui de l'anneau inférieur, qui vient alternativement se poser sur le siége fixe de ce tube. Il résulte de cette disposition que, jusqu'à l'époque où le niveau de l'eau est convenablement descendu au-dessus de l'anneau dont il s'agit, la pression du liquide de haut en bas sur cet anneau attaché au tube d'aval empêche celui-ci de se lever, comme il le fait à partir du moment où la baisse de l'eau, à son intérieur, permet à un balancier à contre-poids de le soulever.

» Quant au tube d'amont, il est utile de le faire descendre aux instants les plus convenables, quoique cela n'ait pas à beaucoup près autant d'importance. Dans les premières périodes, on sait qu'il doit redescendre presque aussitôt qu'il a été soulevé; mais la durée de sa levée doit être d'autant plus longue, que l'on approche plus de la fin du remplissage de l'écluse. Il est donc convenable de profiter, au moins pour les dernières périodes, de ce qu'il se produit sous l'anneau inférieur de ce tube une succion analogue à celle qui fait enfoncer les poutrelles dans les barrages. Cet effet se présente à l'écluse de l'Aubois, à cause de la manière dont est disposé l'anneau du tube d'amont.

» Il est intéressant de remarquer qu'à partir du moment où l'écluse commence à se remplir assez pour qu'il y ait une oscillation en retour (c'est-à-dire de bas en haut pour l'époque du remplissage de l'écluse), assez haute dans les deux tubes verticaux, le tube d'amont se lève de lui-même. Cet effet résulte de ce que son anneau inférieur est disposé *extérieurement*, au lieu de l'être *intérieurement*, comme il l'est dans le tube d'aval. Tandis que celui-ci est pressé de haut en bas, celui du tube d'amont est, au contraire, pressé de bas en haut à son intérieur, de sorte qu'à partir du moment où le liquide contre-balance à l'intérieur, d'une manière convenable, la pression de l'eau du bief d'amont au-dessus de l'anneau dont il s'agit, rien n'empêche plus un balancier à contre-poids de soulever le tube d'amont, qui redescend ensuite de lui-même en temps convenable, comme je l'ai expliqué ci-dessus.

» A l'époque où l'écluse se vide, il est également intéressant, au moins pour les dernières périodes, que le tube d'aval descende de lui-même aux instants les plus convenables, comme cela avait déjà été essayé à Saint-Lô et à Chaillot. Le tube d'amont restant sur son siége pendant toute la durée

de la vidange de l'écluse, le tube d'aval, à partir du moment où l'eau est suffisamment descendue dans l'écluse pour que les oscillations en retour descendent assez bas, fonctionne d'une manière entièrement automatique. Il se lève de lui-même lorsque, après le versement de l'eau relevée, il se produit une oscillation en retour qui fait convenablement baisser l'eau à son intérieur. J'ai déjà expliqué ci-dessus comment, pendant le remplissage de l'écluse, sa levée résulte de la baisse de l'eau à son intérieur. Il redescend ensuite, aux époques convenables, en vertu d'un phénomène de succion à *contre-courant* aidé par la pression de l'eau, au-dessus de son anneau inférieur. Je n'entrerai pas ici dans le détail des phénomènes dont la résultante produit une succion puissante, qu'on est même obligé de modérer. Je rappellerai seulement que tout le monde a vu marcher, aux Expositions universelles de 1855 et 1867, un appareil de mon invention fonctionnant au moyen de ce principe de succion, résultant en partie de la disposition de l'anneau inférieur portant une rondelle dont les bords sont relevés extérieurement, et en partie de la disposition du siége fixe (1).

» Il est intéressant de remarquer que les phénomènes de succion au moyen desquels on fait baisser le tube d'amont pendant le remplissage de l'écluse et le tube d'aval pendant la vidange ont d'autant plus de puissance que la vitesse de l'eau est plus grande, toutes choses égales d'ailleurs. Or plus la différence des niveaux diminue pendant le remplissage entre l'eau de l'écluse et le bief d'amont, et pendant la vidange entre l'eau de l'écluse et le bief d'aval, plus il faut de temps, toutes choses égales d'ailleurs, pour engendrer une vitesse donnée dans le grand tuyau de conduite. Les choses se trouvent ainsi combinées de manière que, lorsque ces tubes fonctionnent d'eux-mêmes, comme je l'ai expliqué ci-dessus, l'écoulement de l'eau se règle assez convenablement pour l'effet utile, abstraction faite de toute distraction de l'éclusier. On peut d'ailleurs régler les levées de ces tubes de manière qu'ils restent au besoin soulevés d'eux-mêmes à partir du moment où il n'est plus utile que l'appareil proprement dit continue à fonctionner, le travail disponible, abstraction faite des causes de déchet, diminuant comme le carré de ce qui reste de hauteur à remplir ou à vider dans l'écluse.

---

(1) On peut voir ce que j'ai dit sur ces phénomènes dans le *Journal de Mathématiques* de M. Liouville, 1862, t. VII, 2e série, dans un Mémoire intitulé : « Expériences sur une machine hydraulique à tube oscillant et sur des effets de succion à contre-courant, etc., » et quelques développements sur ce sujet dans les *Comptes rendus*, séance du 6 avril 1863.

» A partir de l'une ou de l'autre de ces époques, on peut, comme cela a été expliqué dans le Rapport à l'Institut, augmenter l'épargne au moyen de grandes oscillations initiales et finales. Elles offrent d'ailleurs l'avantage de permettre d'obtenir plus tôt une marche automatique avec facilité, à cause de la manière dont peuvent alors être modifiées les oscillations en retour de l'appareil; mais, si l'on s'en prive, on peut faire ouvrir d'elles-mêmes les portes d'amont de l'écluse pendant le remplissage, et les portes d'aval pendant la vidange.

» Quand, après avoir arrêté l'appareil, on achève de remplir l'écluse par le grand tuyau de conduite, le tube d'amont restant levé, la force vive de l'eau qu'il contient fait exhausser le niveau dans l'écluse assez sensiblement au-dessus de celui du bief d'amont pour faire ouvrir ces portes. Depuis que j'ai publié le dessin de ce système, cette *propriété* a été observée d'une manière encore plus complète au moyen d'un grand aqueduc, ayant un autre but dont je parlerai plus loin; mais la remarque suivante n'avait pas été faite. Lorsqu'on achève de vider l'écluse, après avoir arrêté l'appareil, la force vive de l'eau contenue dans le grand tuyau de conduite, le tube d'aval restant levé, fait baisser l'eau dans l'écluse assez sensiblement au-dessous du niveau du bief d'aval pour que les portes d'aval s'ouvrent d'elles-mêmes. Quand j'ai fait ces observations à l'écluse de l'Aubois, les nouvelles portes métalliques de cette écluse n'étaient pas encore faites. On pourra donc maintenant étudier cette manœuvre avec plus de précision; mais ce qui a été fait avec les anciennes portes suffit pour confirmer la réalité des principes exposés dans ma Note publiée dans les *Comptes rendus* de 1861 (t. LII, p. 928). En supposant même que, pour profiter autant que possible de l'épargne de l'eau, l'éclusier fût obligé d'ajouter un très-léger effort pour faire ouvrir les portes, ces considérations et celles qui vont suivre montrent qu'il y a divers moyens d'accélérer la manœuvre de manière que la durée ordinaire du passage des bateaux ne soit pas augmentée, si même elle n'est pas diminuée, d'autant plus qu'on peut donner de plus grandes sections au tuyau de conduite et aux diverses parties de l'appareil.

» Si l'on jugeait convenable, à la fin de la vidange du sas, de produire une grande oscillation de décharge, comme cela est expliqué dans le Rapport à l'Institut, en se privant alors au besoin de l'avantage de faire ouvrir d'elles-mêmes les portes d'aval, on pourrait encore profiter non-seulement de l'avantage de faire ouvrir d'elles-mêmes les portes d'amont, mais encore de celui de faire entrer dans l'écluse les grands bateaux chargés descendant et d'en faire sortir ceux qui montent avec moins de résistance que si

ce tuyau de conduite n'existait pas. En effet, si l'on se prive des oscillations initiales et finales dans le petit bassin de communication avec le bief d'amont, le bateau n'est plus obligé de refouler de la même manière l'eau au-dessous de lui et autour de ses flancs, parce que le liquide peut passer devant lui par le grand tuyau de conduite, dont le tube d'amont reste alors soulevé. A l'écluse de l'Aubois, craignant que les bateliers ne missent de la complaisance dans leurs réponses, j'ai profité d'une circonstance où un grand bateau était chargé d'une manière exceptionnelle. J'arrêtais à volonté, ou je remettais ce bateau en marche, sans avertir les bateliers, en baissant ou en relevant le tube d'amont. Cette remarque me paraît essentielle, parce qu'elle offre un moyen de diminuer la durée des passages des bateaux chargés descendants. Ainsi le tuyau de conduite, tel qu'il existe à l'Aubois, est d'une assez grande section pour que l'on obtienne cet effet, déjà observé, au moyen d'un aqueduc d'une section beaucoup plus considérable, en Belgique, depuis que j'ai publié le dessin de ce système d'écluse reposant sur l'emploi de la force vive de l'eau dans un long tuyau de conduite débouchant dans l'enclave des portes d'aval.

» Tout ce qui précède s'applique au cas où l'on rendrait fixe la partie supérieure des tubes mobiles, en disposant une vanne cylindrique au bas de chacun d'eux, soit que l'on conserve deux tubes verticaux, soit que l'on dispose deux vannes cylindriques l'une au-dessus de l'autre, avec *un seul tube vertical fixe* servant à l'une et à l'autre, comme je l'ai expliqué dans une Note publiée dans le *Compte rendu* de la séance de l'Académie du 2 décembre dernier. Il est à peine nécessaire de faire remarquer que pour la vanne cylindrique, établissant alternativement la communication du tuyau de conduite avec le tube d'amont, l'anneau inférieur devrait être placé *extérieurement*, tandis qu'il devrait être placé *intérieurement* pour la vanne cylindrique établissant alternativement la communication entre le tuyau de conduite et le bief d'aval. Si l'on ne conservait qu'un seul tube vertical fixe, cela permettrait de diminuer beaucoup la section du réservoir d'amont, ce qui économiserait le capital. Je signale donc surtout les oscillations initiales et finales dans la rigole de décharge *inférieure*.

» Si l'on rend fixe la partie supérieure des tubes verticaux, soit que l'on en conserve deux, soit qu'on dispose les choses comme je viens de le dire, il est essentiel de remarquer que cela permet d'*évaser* l'extrémité de chaque tuyau vertical fixe par lequel se fait le versement de l'eau relevée au bief supérieur.

» On conçoit que le tube d'aval, s'il était entièrement mobile, ne pourrait être levé une première fois sans des efforts considérables, dans le cas où il serait très-évasé, de bas en haut, l'écluse étant pleine, et l'eau pressant la partie conique de haut en bas. Or, si la partie supérieure est fixe, on peut, en disposant à son intérieur une pièce fixe terminée inférieurement en pointe, conserver les mêmes rapports entre les sections annulaires restées libres qu'entre les sections du tuyau, s'il était cylindrique ou s'il avait une forme convenable quelconque.

» Cette disposition permet, dans le cas même où l'on ne conserverait qu'un seul tuyau vertical fixe, de diminuer bien sensiblement la perte de force vive résultant, dans l'état actuel des choses, à l'écluse de l'Aubois, de ce que, dans les premières périodes de la vidange de l'écluse, l'eau relevée au bief supérieur s'élève plus haut que cela n'est nécessaire.

» Quand le liquide se jette au sommet d'un tuyau vertical, il ne sort, en définitive, que par la circonférence extérieure de l'orifice formé par ce sommet. Il est donc important d'élargir cette circonférence. Or c'est précisément ce qu'on peut faire au moyen de la disposition dont il s'agit, l'eau sortant par un orifice annulaire de section égale, si l'on veut, à celle qu'aurait eue un tube cylindrique. Il est évident que le liquide pourra se jeter beaucoup moins haut, même par un seul tube vertical, qu'il ne le fait aujourd'hui, dans les premières périodes, par les deux qui existent à l'Aubois.

» On doit tenir compte, il est vrai, de ce qu'il y aura une augmentation de frottement dans le tuyau annulaire dont il s'agit, et de ce qu'il pourra résulter une cause de déchet quelconque de la déformation de la veine liquide cylindrique pénétrant dans un espace annulaire; mais le tuyau de conduite devant avoir au moins une longueur égale à celle de l'écluse, ces considérations sont de très-peu d'importance relativement aux frottements et aux autres causes de déchet résultant des mouvements de l'eau dans ce grand tuyau de conduite (1). »

---

(1) Il est bien intéressant de remarquer, relativement à l'appareil précité de mon invention pour lequel des médailles d'argent m'ont été décernées aux Expositions universelles de 1855 et de 1867, que si l'on rend fixe la partie supérieure du tube d'ascension, en ne rendant mobile qu'une vanne cylindrique, ou une soupape de Cornwall, à la partie inférieure de ce tube, on peut y appliquer le perfectinnoement dont je viens de parler, de manière à diminuer utilement la hauteur à laquelle l'eau élevée monte au sommet du tuyau d'ascension.

Mais cette disposition n'aurait alors d'importance que pour le cas où l'on élèverait l'eau à une hauteur ne dépassant pas certaines limites, relativement à celle de la chute motrice. On n'éprouverait pas d'ailleurs, dans ce cas, les mêmes difficultés pour lever, une première

VITICULTURE. — *Note sur la maladie de la vigne caractérisée par le* Phylloxera; par M. **Marès**.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

« L'année 1872 est remarquable, sous plus d'un rapport, dans l'histoire de la maladie de la vigne caractérisée par le *Phylloxera*. Comme résultat, elle n'a pas justifié les craintes qu'inspirait cette maladie.

» Depuis quatre ans, au moins, qu'elle est dans le département de l'Hérault, elle semble avoir perdu ses allures violentes, et si de nouveaux points d'attaque ont été observés çà et là, d'abord dans les terrains situés entre Lunel et Montpellier, et ensuite entre Montpellier et le cours de l'Hérault, aucune invasion générale, semblable à celles qui ont ravagé les vignobles de la rive gauche du bas Rhône, ne s'est encore manifestée.

» Non-seulement cette lenteur des progrès de la maladie permet de mieux l'étudier, mais elle accuse encore l'action de causes générales, qui tendent à en restreindre les dommages et la propagation.

» Dans l'Hérault, ces causes me paraissent tenir à la nature plus perméable et plus fertile du sol, à la pratique générale du soufrage (1), à un mode de culture plus énergique et plus perfectionné.

» L'étude des moyens propres à combattre la maladie n'a pas amené de découverte nouvelle, mais elle a jeté quelques lumières sur divers points de la question. Si elle a confirmé les résultats favorables obtenus au moyen de la submersion prolongée, pratiquée par M. Faucon, et si l'action des engrais riches et des cultures soignées, pour faire réagir la vigne et en prolonger la durée, a été mise hors de doute, il faut signaler aussi le peu de succès dont l'emploi des moyens insecticides, sur lesquels on comptait cependant beaucoup, a été généralement suivi. Parmi ces agents, les solutions d'acide phénique tiennent le premier rang; malgré leur emploi au titre de 1 et 2 pour 100 d'acide, et à la dose de 10 à 20 litres par souche, ce qui

---

fois, un tube évasé, qu'à l'époque où l'on commence à vider l'écluse. Je veux dire que, dans ce dernier cas, toute la partie conique est remplie d'eau quand l'écluse est pleine, tandis que pour l'appareil élévatoire que je rappelle il n'y aurait que la partie comprise au-dessous du niveau supérieur de la chute motrice qui serait pressée de haut en bas, au moment de la première levée pour la mise en train. On pourrait donc disposer à l'intérieur une pièce fixe, en évasant tout le tube d'ascension dans bien des cas, lors même que tout ce tube d'ascension serait alternativement mobile.

(1) Voir ma Communication du 8 novembre 1869, aux *Comptes rendus*.

exige de 45000 à 90000 litres de liquide par hectare (1), le *Phylloxera* n'en est pas moins resté dans les vignes traitées, et l'état de ces dernières s'est peu amélioré.

» Les espérances fondées sur l'application des moyens susceptibles de détruire directement l'insecte ne s'étant point réalisées, on se rejette généralement vers les moyens culturaux, et c'est de ce côté qu'est tournée, en ce moment, l'attention des praticiens.

» Le peu de succès des agents exclusivement insecticides ne m'étonne pas, et je l'avais prévu dès 1868. Il en est de même de la préférence qu'on donne aux moyens culturaux, tels que les engrais, les défoncements, les labours, les drainages, les soufrages, etc. Cependant je ne pense pas qu'il faille condamner l'usage des insecticides; il me paraît préférable, en recherchant ceux d'entre eux qui s'adaptent le mieux aux applications agronomiques, d'en combiner l'emploi avec celui des moyens culturaux, qui ont toujours été les plus puissants quand il a fallu rendre aux végétaux de grande culture la vigueur nécessaire pour réagir contre les attaques des parasites.

» C'est dans cet ordre d'idées que les résultats obtenus à Graveson par M. Faucon me paraissent devoir être classés. Dans sa méthode de traitement, l'emploi des engrais et la submersion du terrain par un courant d'eau limoneuse, sans cesse renouvelée, donnent à son procédé un caractère éminemment cultural.

» Une observation importante, due aussi à M. Faucon, a été faite dans le courant de l'été; c'est la présence d'un grand nombre de *Phylloxera* aptères et ailés, cheminant sur le sol aux heures chaudes de la journée. C'est donc à la surface et par la surface du sol que se fait, en grande partie, sinon en totalité, la diffusion de ces insectes, et l'on s'explique ainsi, d'une manière plus satisfaisante que par l'invasion souterraine, la rapidité avec laquelle ils se propagent dans certaines vignes.

» Cette observation permet aussi de conclure que, lorsqu'on répand sur le sol, pendant la saison chaude, celle de la propagation du *Phylloxera*, des poussières qui lui sont nuisibles, on peut parvenir à en diminuer le nombre et à entraver ses invasions. C'est ce qui arrive quand on répand du soufre en poudre sur les vignes, pendant les jours chauds. Dans ce cas, cet agent devient capable de détruire les insectes à corps mou, comme certaines

(1) Dans ce cas, au prix de 1fr,25 le kilogramme d'acide, la dépense est de 50 centimes par souche, 25 centimes pour l'acide et 25 centimes pour la main-d'œuvre, ce qui porte la dépense par hectare à 2250 francs pour une seule opération.



larves, tout en conservant, d'ailleurs, l'ensemble de ses propriétés si remarquables sur la végétation de la vigne. De cette manière, j'ai détruit plusieurs fois les invasions des larves d'Altise, au mois de juin. On peut agir de même contre le *Phylloxera*.

» Je me suis assuré, en effet, que les larves aptères de cet insecte périssent en peu de temps, quand elles sont exposées au Soleil, dans un tube saupoudré de fleur de soufre. N'ayant pas eu de *Phylloxera* ailé à ma disposition, j'ignore comment il se conduit en pareil cas, mais il ne serait pas surprenant que le soufre et ses émanations lui fussent funestes pendant les jours chauds : c'est un fait intéressant à constater. On pourrait aussi détruire le *Phylloxera* sur le sol au moyen d'autres poussières, par exemple avec de la poudre de chaux vive ou des cendrailles de chaux nouvelles. Depuis plusieurs années, j'ai réussi par ce moyen à faire disparaître, aux mois de mai et de juin, sur des luzernes récemment fauchées, les larves du *Colaspis atra* et du *Phytonomus speciosus*, qui les dévoraient. Des soufrages fréquents me paraissent néanmoins préférables pour la vigne, parce qu'ils constituent l'un des moyens les plus énergiques pour stimuler sa végétation et la rétablir dans les sols suffisamment pourvus d'engrais et bien cultivés.

» Les vignes étiolées, à racines pourries, attaquées par le *Phylloxera*, c'est-à-dire celles qui offrent les caractères complets de la maladie nouvelle, n'en sont pas moins en proie aux atteintes d'autres maladies et d'autres insectes : ainsi l'oïdium les attaque avec énergie et aggrave leur état. Le Gribouri (*Eumolpus vitis*, Latr.), qui ronge les racines et les pampres des ceps, s'y montre aussi en grand nombre. J'ai constaté, à diverses reprises, sa présence sur des vignes fortement phylloxérées, dans les communes de Montpellier et de Fabrègues.

» La Pyrale se jette aussi sur les vignes atteintes de *Phylloxera*. Le fait a été généralement observé dans tous les vignobles pyralés des communes de Montpellier, Pérols et Villeneuve.

» Je crois devoir confirmer mes premières observations sur le rôle important que joue la nature du sol sur le développement de la maladie qui fait le sujet de cette Note. Les sols infertiles, sans profondeur, placés sur des couches imperméables, les terrains tenaces et mouilleux, les bas-fonds où se rassemblent les eaux stagnantes, c'est-à-dire ceux où la vigne souffre à la fois de l'excès d'humidité en hiver et de l'excès de sécheresse en été, sont ceux où débute habituellement la maladie et où elle se propage avec le plus de rapidité. Les sols profonds, naturellement drainés et perméables, comme les terres discontinues, siliceuses et ferrugineuses avec des

éléments calcaires, signalées aussi par M. P. de Gasparin, et si répandues dans l'Hérault, sont ceux où elle résiste le mieux.

» En résumé, l'expérience a prouvé, depuis cinq ans, que les meilleures conditions de la végétation de la vigne présentent aussi les meilleures conditions de résistance à la maladie, et que toutes les causes d'affaiblissement et de mauvaise végétation sont aussi pour les vignes des causes qui déterminent les invasions du *Phylloxera* et en aggravent les effets. Sous ce rapport, la propagation et les dévastations de cet insecte rentrent dans la loi commune. On le voit, au début, s'établir sur les points faibles ou affaiblis de la vigne, et, une fois qu'il s'y est installé, se multiplier en raison du milieu et des circonstances climatériques et culturales. Cet ensemble de faits, ainsi que les résultats insuffisants des insecticides, prouve qu'il faut considérer la maladie à un point de vue plus général que celui de l'insecte seul; autrement on serait conduit à déclarer que, impuissant à le faire périr, on est impuissant contre la maladie, et qu'on ne peut lui opposer aucun obstacle efficace. Ce qui se passe dans l'Hérault permet, jusqu'à présent, de ne point accepter des conclusions aussi décourageantes.

» Je signalerai, en terminant cette Note, deux ordres de faits, concernant, soit le *Phylloxera*, soit l'état de certaines vignes qui paraissent déjà subir l'influence de la maladie.

» J'ai trouvé à diverses reprises, dans le courant de l'été, en examinant la terre de vignes atteintes de *Phylloxera*, de petites mottes dans lesquelles cet insecte se trouvait par nids, à l'état de reproduction, entouré d'œufs, sans qu'il y eût aucune racine ni trace de radicelles dans ces mottes. Le même fait a été constaté par d'autres personnes; je l'avais d'ailleurs observé une première fois à Lunel, en 1870.

» Des *Phylloxera* recueillis dans le mois d'août et conservés dans un flacon avec les racines qu'ils avaient pour support, ont formé, depuis le mois d'octobre, de nouvelles générations qui garnissent actuellement ces mêmes racines.

» Ces faits prouvent que la multiplication du *Phylloxera* se produit dans des conditions encore mal connues, et qu'il se développe en grand nombre sur les racines faibles et mourantes, tout aussi bien que sur celles qui sont vigoureuses.

» J'ai observé, en été, depuis le mois de juin, dans le voisinage de vignes phylloxérées, à Fabrègues, à Montbazin, à Montpellier, plusieurs autres vignes d'une végétation languissante, ébranlée, dans lesquelles je n'ai pu trouver de *Phylloxera*. En pareil cas, les chevelus des racines sont peu dé-

veloppés, sans être encore pourris, et, comme celle de l'extérieur, la végétation souterraine est languissante. Cependant la maladie n'est pas déclarée. Il sera intéressant de voir si cet état n'en est pas un prodrome dont les indications seraient précieuses.

» Quant à la situation générale des vignes dans l'Hérault, elle serait satisfaisante si l'on devait la juger par la surface, encore relativement faible, des points attaqués, et par les résultats de la dernière récolte. Celle-ci a été une des plus abondantes qu'on ait encore obtenues dans les vingt dernières années; aussi la valeur des terres en vigne est-elle en augmentation, et les travaux d'amélioration dont les vignobles sont l'objet, fumures, défoncement, drainage, l'ancien ébouillantage, l'enlèvement des écorces et le procédé nouveau, la sulfurisation (1) contre la Pyrale, etc., ont-ils pris une activité extraordinaire, qui dénote de la part des populations rurales une confiance des plus fermes dans l'avenir de la viticulture. Mais je dois ajouter que, tant qu'on n'aura pas mis en évidence un moyen pratique, sûr et éprouvé, de combattre et de circonscrire la maladie, beaucoup d'esprits observateurs et clairvoyants ne partageront pas complétement cette confiance. »

« M. le Secrétaire perpétuel rappelle que notre confrère V. Audouin avait déjà employé les fumigations d'acide sulfureux, produites par la combustion du soufre, pour détruire les chenilles de Pyrale hivernant dans les fissures des échalas. (*Histoire de la Pyrale*, p. 217.)

» Il rappelle surtout que V. Audouin avait signalé, dans son bel ouvrage (p. 205), le trait caractéristique des mœurs de la Pyrale, qui offre le seul moyen de détruire cet insecte qu'on ait mis à profit, soit par l'usage de l'eau bouillante, soit par celui de l'acide sulfureux. « Les petites chenilles, » dit-il, sortent de l'œuf au mois de juin ou de juillet, se suspendent au » moyen du fil soyeux, se laissent choir et, balancées par le vent, trouvent » un asile dans quelque partie rugueuse du cep où elles passent leurs six

(1) La sulfurisation est une opération qui consiste à traiter la vigne, taillée et débarrassée de ses sarments, par l'acide sulfureux. On la couvre d'une cloche en bois ou en fer-blanc, sous laquelle on fait brûler une mèche soufrée de 20 grammes environ. On laisse la souche en contact avec le gaz sulfureux, de douze à quinze minutes. Il faut procéder en hiver, pendant le repos de la végétation. La sulfurisation est employée cette année sur une grande échelle contre la Pyrale, dans les vignobles de Mongino, Pérols, Villeneuve-les-Maguelonne. Elle coûte 20 francs par mille souches, soit environ 90 francs par hectare. Comme on sulfurise des vignobles attaqués à la fois par la Pyrale et par le *Phylloxera*, on reconnaîtra si l'opération exerce quelque action sur ce dernier.

» mois d'hivernage, après s'être enveloppées d'un petit cocon, prison d'où
» elles sortent au retour du soleil. D'après ces observations, si nous voulons détruire la chenille avant qu'elle ait nui, c'est vers le cep ou souche
» qu'il faut diriger nos attaques. »

» Ce passage peut être signalé comme donnant une idée exacte du rôle qui appartient à la science et de celui qui revient à l'agriculture pratique dans la solution de ces sortes de problèmes.

» V. Andouin a précisé le lieu et l'époque qui conviennent pour attaquer l'ennemi ; la pratique a choisi les armes les plus convenables à ses intérêts : ici l'eau bouillante, ailleurs la fumigation sulfureuse. »

CHIMIE. — *Sur la détermination du point d'ébullition de l'acide sulfureux liquéfié.* Lettre de M. Is. Pierre à M. Dumas.

« Dans son très-intéressant Mémoire sur *l'acide sulfureux et l'acide chlorhydrique* (*Comptes rendus* de la séance du 13 janvier 1873, p. 94), M. Melsens dit qu'il a cherché, dès 1860, à déterminer le point d'ébullition exact de l'acide sulfureux liquéfié ; qu'il a fait des essais très-nombreux, avec des vases de toute nature, mais que ces essais ont été *infructueux*. En se contentant d'une approximation de 0°,15 à 0°,20, il est cependant très-facile de déterminer la température d'ébullition de l'acide sulfureux liquide et anhydre, en suivant le procédé que j'ai indiqué il y a vingt-six ans (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXI) dans un Mémoire sur l'acide sulfureux. Ce procédé consiste à verser, dans un tube de verre *mince* de 2cm,5 à 3 centimètres de diamètre, ayant la forme d'une éprouvette à gaz, une certaine quantité d'acide sulfureux préalablement refroidi ; à adapter à l'ouverture un bouchon percé de deux trous, l'un destiné à donner passage au thermomètre, l'autre plus large, destiné à livrer un libre passage aux vapeurs d'acide sulfureux, au moyen d'un tube mince de verre un peu large ; enfin à suspendre l'appareil dans l'air. Voici ce qui se passe alors : la température ambiante étant supérieure à celle de l'ébullition de l'acide sulfureux, celui-ci entre bien vite en ébullition ; mais la chaleur rendue latente par la vaporisation de l'acide abaisse la température du liquide restant, et elle produit un ralentissement dans l'ébullition. Ce ralentissement est bientôt suivi d'une reprise, et l'on observe ainsi une série de ralentissements et de reprises d'ébullition pendant lesquels les écarts de température indiqués par le thermomètre atteignent rarement 0°,2.

» Les limites sont encore plus resserrées, si l'on évite le dépôt d'humidité sur le tube, en recouvrant de flanelle la partie qui contient le liquide. Avec 25 ou 30 grammes de liquide, si l'on opère dans de bonnes conditions, l'expérience peut durer souvent plus d'une heure. Je l'ai constamment répétée dans mes Cours, depuis vingt-cinq ans, à cause de sa facilité.

» J'ai trouvé ainsi un nombre qui diffère très-peu de 8 degrés au-dessous de zéro. Ce procédé, extrêmement simple, est applicable à tous les gaz liquéfiés qui peuvent être conservés en vase *ouvert*, c'est-à-dire qui, dans un temps déterminé, émettent, en bouillant, une quantité de vapeur absorbant une quantité de chaleur latente égale à celle que le liquide reçoit du milieu ambiant, condition d'où résulte une température d'ébullition spontanée sensiblement constante. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du prix Bordin pour l'année 1872 (Théorie des raies du spectre).

MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Jamin, Bertrand, Becquerel père réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Faye, Puiseux, H. Sainte-Claire Deville.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du grand prix des Sciences mathématiques pour 1872 (Question relative à la théorie du mouvement de trois corps qui s'attirent mutuellement suivant la loi de la nature).

MM. Bertrand, Serret, Liouville, Puiseux, Hermite réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chasles, Bonnet.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Le Roy-Mabille adresse un Mémoire intitulé « Nouvelles considérations sur l'infiltration des eaux et sur l'affaissement graduel des côtes. »

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Edm. Becquerel.)

M. **Tavignot** adresse une Note relative à l'opération de la cataracte par le procédé sous-capsulaire.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Maumené** adresse une Note sur les combustions incomplètes.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. **Trémaux** adresse une Note intitulée « Expériences constatant que la transmission de force vive est plus complète entre corps semblables qu'entre corps différents. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MM. **O. Connor**, **Montaudon** adressent, par l'entremise de M. le Ministre de la Guerre, diverses Communications relatives à l'aérostation. Ces pièces sont transmises à l'Académie par M. le Ministre de l'Instruction publique.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **Chataing**, **Reynal** adressent divers documents relatifs à l'aérostation.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Président de la Société des Agriculteurs de France** informe l'Académie que la Section de viticulture de cette Société se propose de faire, pendant la prochaine session annuelle qui aura lieu du 10 au 18 février, une expérience de nuages artificiels propres à empêcher la gelée des vignes. Il exprime le désir que l'Académie veuille bien nommer une Commission, pour assister à cette expérience et en rendre compte à l'Académie. L'expérience sera faite à Suresnes, le dimanche 16 février, à 2 heures et demie.

La Commission se composera de la Section de Physique et de la Section d'Économie rurale.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet un exemplaire de l'original et de la traduction d'un Rapport adressé par M. *Oudemans* au

Ministre des Affaires étrangères, sur l'éclipse de Soleil du 12 décembre 1871, observée sur les côtes des îles de la Malaisie.

Ces documents seront transmis à la Section d'Astronomie.

M. F. **Jacquin** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à l'une des places d'Académicien libre actuellement vacantes.

(Renvoi aux futures Commissions.)

ASTRONOMIE. — *Atlas cœlestis novus. Stellæ per mediam Europam solis oculis conspicuæ secundum veras lucis magnitudines e cœlo ipso descriptæ ab* **Eduardo Heis.** (Présenté par M. Faye.)

« C'est sous ce titre que vient de paraître mon nouvel Atlas céleste, qui n'est pour ainsi dire que la suite et l'amplification de l'ouvrage connu d'Argelander : *Uranometria nova*, publié en 1843.

» Mon Ouvrage est le résultat de vingt-sept années de travail, dont Alexandre de Humboldt fait l'éloge dans son *Cosmos* (troisième Partie, p. 192, édition allemande).

» Je me suis proposé de ne relever que les étoiles vues par moi-même. J'en ai donc omis plusieurs, non observées par moi et qui sont cependant classées dans quelques Catalogues comme étoiles de la 6e et même de la 5e grandeur.

» Quant à ma vue, elle est perçante et bonne : les étoiles ne m'apparaissent pas, comme beaucoup d'observateurs l'ont rapporté, entourées de rayons, mais comme des points lumineux. Je distingue sans difficulté des étoiles très-voisines. Je vois facilement doubles α du Capricorne et ω du Scorpion; ε de la Lyre m'apparaît double, quand le ciel est serein. Outre les six étoiles généralement visibles dans les Pléiades, j'y vois les étoiles 28, 26, 18 de Flamsteed et 1170 B. A. C.

» La recherche des étoiles les plus petites se faisait en plein air, en me servant de Cartes particulières qui représentaient les étoiles en blanc sur un fond noir. Ces Cartes n'étaient pas éclairées par une lampe, mais par la lueur commune des étoiles; mes yeux n'étaient donc pas affaiblis par une lumière artificielle, et j'ai réussi non-seulement à découvrir les étoiles les plus petites, mais encore à déterminer leur grandeur relative.

» J'ai constaté :

» 1° Que beaucoup d'étoiles nommées par d'autres astronomes étoiles de la 7e ou de la 8e grandeur sont vues par moi à l'œil nu; 2° que beaucoup d'étoiles qui ne se trouvent pas sur d'autres Cartes astronomiques,

sont observées par moi comme étoiles de la 5ᵉ grandeur; 3° que beaucoup d'étoiles désignées par d'autres comme étoiles de la 6ᵉ grandeur, sont invisibles pour ma vue subtile.

» Dans l'*Uranometria*, Argelander fait déjà la remarque que les astronomes, en fixant la position exactement, ne tiennent pas assez à fixer rigoureusement les rapports de clarté, rapports qui sont souvent donnés inexactement.

» Je me suis principalement attaché à représenter exactement la partie de la voie lactée visible dans nos contrées. Placé hors de la ville éclairée au gaz, j'ai cherché les limites extrêmes de la voie lactée, et j'ai trouvé qu'elle est éloignée de 5 degrés de l'étoile polaire. Le plus grand cercle qui la divise en deux parties égales a pour pôle un point de 190 degrés en ascension droite et de 27 degrés de déclinaison.

» Tout le ciel visible dans nos contrées est représenté en projection stéréographique sur 12 cartes, qui correspondent à un globe de $1^{m},20$ de périphérie. Les plus petites étoiles visibles à l'œil humain sont classées dans la 6ᵉ et la 7ᵉ grandeur.

» Les figures des astéroïdes sont imprimées en rouge clair. Les figures qui se trouvent sur le globe céleste antique et grec de l'Atlas farnésien, globe qui sert d'ornement au musée royal de Naples, ont servi de modèles.

» La voie lactée, en gris d'ardoise, est dessinée pour la première fois en cinq gradations.

» Un Catalogue complet de toutes les étoiles vues par moi a été ajouté à mon Atlas. Ce Catalogue contient : la position des étoiles fixes réduite à l'an 1855; les numéros de Flamsteed et ceux de divers autres Catalogues; les lettres grecques de Bayer; les grandeurs des étoiles; les étoiles variables avec les maxima et les minima fixés par Argelander, Schönfeld et Winnecke; enfin les étoiles doubles qui se trouvent dans le Catalogue de Struve.

» Toutes les étoiles que j'ai vues se divisent ainsi, selon leur grandeur :

Grandeur.	Nombre.	Grandeur.	Nombre.
1	8	4,5	122
1,2	5	5,4	162
2,1	3	5	427
2	27	5,6	265
2,3	18	6,5	477
3,2	20	6	1533
3	59	6,7	1964
3,4	37	variables.	41
4,3	49	cumuli.	19
4	142	nébuleuses.	7

» Le nombre de toutes les étoiles que j'ai vues à l'œil nu est de 5421. Pour la moitié boréale du globe céleste, j'ai observé 3968 étoiles. Le nombre des étoiles visibles à l'œil nu sera donc de 7936, ou, en nombre rond, 8000 pour toute la sphère. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur les transformations allotropiques du phosphore;* Note de MM. L. Troost et P. Hautefeuille.

« Nous présentons aujourd'hui à l'Académie le résultat des expériences que nous avons faites pour déterminer les tensions maxima et les tensions de transformation de la vapeur de phosphore, jusqu'aux températures voisines du ramollissement du verre, et tirer les conséquences de la variation de sa vitesse de transformation avec la température.

» I. Les forces élastiques maxima de la vapeur de phosphore ont été déterminées par la méthode nouvelle que nous avons décrite dans notre dernière Communication. Nous rappellerons qu'elle donne les mêmes résultats que la méthode de l'ébullition sous pression, pourvu que l'excès de phosphore reste tout entier dans l'ampoule qui termine la partie inférieure du tube scellé dans lequel se fait l'expérience.

» Pour réaliser cette condition, que nous remplissions précédemment en chauffant nos tubes par un courant descendant de vapeur de mercure ou de soufre, nous avons, dans notre nouvelle série d'expériences, introduit lentement les tubes de bas en haut dans un cylindre vertical en fer, fermé par sa partie supérieure et maintenu à une température constante par un bain de plomb en fusion. Après un temps variable, assez long pour que le tube soit tapissé d'un enduit uniforme de phosphore rouge, résultant de la transformation de la vapeur, on le retire rapidement et on le met à refroidir sur un plan incliné, dans une position telle que le phosphore provenant de la condensation se dépose le plus loin possible de l'ampoule qui contient le phosphore non vaporisé. La somme des poids de cet enduit et du phosphore condensé pendant le refroidissement permet de calculer la tension maximum correspondante.

» Nous sommes ainsi arrivés aux résultats suivants :

» La tension obtenue est indépendante de l'excès plus ou moins grand de phosphore employé, tant que l'on opère à des températures qui ne dépassent pas 520 degrés. Au-dessus de cette température, la transformation du liquide est trop rapide pour que la tension maximum ait le temps de s'établir; et même, dès 550 degrés, la transformation du phosphore liquide étant plus rapide que sa vaporisation, on ne peut plus obtenir une pression supérieure à la tension de transformation : ce que l'on reconnaît à ce que

la vapeur de phosphore émise par le liquide ne change plus d'état; les tubes sont, en effet, transparents et incolores au moment où on les retire du cylindre-moufle; mais le plus léger refroidissement détermine la condensation du phosphore, qui se montre alors en gouttes d'un rouge brun (1).

» La marche du phénomène ne se modifie pas jusque vers 580 degrés, limite extrême que nous n'avons pu dépasser, la pression que le verre avait à supporter étant alors de 56 atmosphères.

» En résumé, nous avons pu déterminer, par l'emploi de notre appareil, les tensions de transformation jusqu'au rouge, et les tensions maxima jusque vers 520 degrés, température au-dessus de laquelle ces tensions ne peuvent plus s'établir.

» Les tensions de transformation s'obtiennent au-dessus de 540 degrés, en quelques minutes, que l'on parte du phosphore ordinaire ou du phosphore rouge. Pour déterminer exactement les tensions de transformation pour les températures inférieures à 540 degrés, il faut partir du phosphore rouge, ou bien employer des poids de phosphore ordinaire tels, que le tube ne présente pas d'enduit au moment où il est retiré du bain métallique, après un séjour suffisamment prolongé.

» Les résultats de nos expériences sont résumés dans le tableau suivant :

Température.	Tensions maxima.	Tensions de transformation.
°	atm	atm
360	3,2	0,6
440	7,5	1,75
487	»	6,8
494	18,0	»
503	21,9	»
510	»	10,08
511	26,2	»
531	»	16,0
550	»	31,0
577	»	56,0

» II. On peut conclure des expériences précédentes que la transforma-

(1) Cette coloration des gouttes attestant la rapide transformation du *liquide* pendant le refroidissement se produit également, quoique d'une manière moins apparente, aux températures inférieures à 540 degrés. La nécessité de maintenir ce phosphore provenant de la condensation, séparé de celui qui est resté dans l'ampoule, explique l'inclinaison que nous donnons à nos tubes pendant le refroidissement. Cette transformation du phosphore après sa condensation, se produisant déjà à 440 degrés, rend compte de la petite différence que nous avons constatée entre les valeurs obtenues pour la tension maximum, par la méthode directe et par notre méthode, quand nous laissions le tube vertical pendant le refroidissement.

tion de la vapeur de phosphore est d'autant plus rapide que la température est plus élevée. Comme d'ailleurs la tension maximum pour une température donnée est, ainsi que le montre le tableau précédent, supérieure à la tension de transformation pour une température notablement plus élevée, il doit en résulter que, si l'on fait arriver dans une enceinte dont les différents points sont à des températures différentes de la vapeur de phosphore ayant la tension maximum correspondant à la température la plus basse, ce sera dans la partie la plus chaude de l'enceinte, et là seulement, que devra, dans les premiers moments, se faire, aux dépens de la vapeur, le dépôt de phosphore rouge. Cette conséquence de la rapidité croissante de la transformation de la vapeur avec la température méritait d'être contrôlée par l'expérience; c'est ce que nous avons essayé de réaliser.

» La disposition qui nous a le mieux réussi est la suivante : un tube vide d'air, scellé à la lampe et contenant du phosphore rouge en son milieu, était chauffé dans cette partie à 500 degrés environ, tandis que les deux extrémités étaient maintenues à des températures différentes et inférieures à 500 degrés. Le tube étant placé horizontalement, la vapeur provenant du phosphore rouge se répandait dans tout l'espace; elle venait se condenser dans l'extrémité la plus froide dès que sa tension dépassait la tension maximum répondant à la température de cette partie de l'appareil. Cette dernière tension représente donc la pression de la vapeur dans toute l'enceinte. L'expérience montre que, si l'on choisit convenablement les deux températures des extrémités, on obtient d'un côté du phosphore liquide, tandis que de l'autre on a une couche mince et uniforme de phosphore rouge orangé provenant de la transformation; directe de la vapeur. De cette manière, nous séparons nettement le phénomène physique de la condensation d'une vapeur de celui de sa transformation; la première se manifeste dans les points les plus froids de l'enceinte, la seconde se produit dans l'extrémité la plus chaude.

» Le tube que nous avons employé avait l'une de ses extrémités chauffée à 350 degrés (vapeur de mercure bouillant), et l'autre à 324 degrés (vapeur de bromure de mercure). Au bout d'une heure trente minutes, la portion du tube portée à 350 degrés présentait un enduit rouge orangé uniforme et translucide, tandis que l'autre extrémité maintenue à 324 degrés n'en offrait pas la moindre trace. On n'y voyait que quelques gouttes de phosphore liquide (1).

(1) C'est donc bien dans l'extrémité la plus chaude du tube que se produit la transfor-

» Dans une autre série d'expériences, nous avons porté l'une des extrémités à 440 degrés (soufre bouillant sous la pression de $0^m,760$), et l'autre extrémité à 420 degrés (soufre bouillant sous la pression de $0^m,470$). On peut, au bout de 15 à 20 minutes, constater l'existence d'un bel enduit rouge dans l'extrémité portée à 440 degrés, et tout au plus une couche jaune extrêmement ténue à 420 degrés. Le sens du phénomène reste donc le même.

» Ainsi donc la transformation de la vapeur de phosphore s'effectue, comme celle de la vapeur d'acide cyanique, d'autant plus rapidement que la température est plus élevée, et, comme pour cette dernière, la transformation se fait sur la *paroi chaude* d'une enceinte à des températures différentes.

» Les expériences nombreuses et concordantes qui font le sujet de cette Note montrent bien que la transformation du liquide et celle de sa vapeur obéissent à des lois complétement différentes; elles établissent, de plus, une distinction nette entre le phénomène de la transformation allotropique d'une vapeur et celui de sa condensation. Le phénomène de la vaporisation d'un corps considéré sous deux états physiques différents, comme l'eau et la glace à zéro, par exemple, est limité par une seule et même tension de vapeur, tandis que les corps susceptibles de se vaporiser et de se transformer présentent successivement deux tensions différentes. L'existence pour la vapeur de phosphore de ces deux tensions différentes correspondant, l'une au phénomène de la vaporisation, l'autre à celui de la transformation, justifie l'expression de tension de transformation allotropique ou isomérique que nous employons pour le phosphore comme pour le cyanogène et l'acide cyanique. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'emploi de la lumière monochromatique, produite par les sels de soude, pour apprécier les changements de couleur de la teinture de tournesol, dans les essais alcalimétriques;* Note de M. **L. d'Henry**. (Extrait.)

« Tous les chimistes savent qu'il est à peu près impossible de faire un essai alcalimétrique ou acidimétrique exact, le soir, à la lumière ordinaire des lampes ou du gaz, à l'aide de la teinture de tournesol. En effet, cette teinture, rouge ou bleue à la lumière du jour, paraît toujours plus ou moins

mation de la vapeur, pourvu que l'on maintienne toujours la tension maximum correspondant à la température de l'extrémité la plus froide.

rouge à la lumière des lampes, et le virement de couleur est alors difficile à bien saisir.

» Dans les fabriques de sucre de betteraves, on emploie fréquemment la teinture de tournesol, convenablement acidifiée, pour déterminer l'alcalinité des jus et régler le travail. Comme c'est pendant l'automne et l'hiver que la fabrication a lieu, c'est le plus souvent la nuit que les essais devraient être faits, et ils deviennent alors très-difficiles.

» Contrarié de trouver, tous les matins à mon arrivée à la sucrerie de M. Dantu-Dambricourt, à Steene, les jus et les sirops qui provenaient du travail de la nuit dans un état peu satisfaisant, j'eus l'idée de chercher à obtenir le titre alcalimétrique d'un jus déféqué et saturé, en opérant par la méthode ordinaire au tournesol, dans une chambre obscure, éclairée avec la lumière monochromatique, produite par un bec à gaz Bunsen, à flamme non lumineuse, dans laquelle plongeait un fil de platine à crochet, préalablement humecté d'une pâte formée de sel marin pilé et d'eau. A la lumière jaune intense ainsi obtenue, la teinture *rouge* du tournesol parut *incolore comme de l'eau*, tandis que la teinture *bleue* sembla *noire et opaque comme de l'encre*.

» Devant un caractère aussi tranché, je ne crains pas de dire qu'un essai de ce genre est plus facile la nuit que le jour, et que les chimistes, les fabricants de sucre, etc., y trouveront un moyen précieux de faire leurs essais, à tout moment, avec sûreté.

» J'ai aussitôt installé à l'usine de Steene, près de l'ouvrier satureur chargé de faire les essais, un appareil à flamme monochromatique, et, depuis ce temps, le travail a été d'une grande régularité, la nuit comme le jour.

» Ce qui précède a rapport aux liqueurs incolores et aux jus peu colorés. J'ajouterai encore une observation, relative aux sirops à 25 degrés Baumé, qui, surtout à la fin de la fabrication, sont très-colorés.

» La détermination de l'alcalinité de ces sirops, même à la lumière du jour et en les étendant de beaucoup d'eau, ne peut s'effectuer que difficilement au moyen de la teinture de tournesol, dont la couleur est noyée dans la couleur propre à ces sirops. On est obligé d'avoir recours au papier de tournesol, et comme il est très difficile de juger quand on est arrivé au point de neutralisation, le résultat obtenu est très-incertain.

» A la lumière monochromatique produite par les sels de soude, au contraire, l'essai des sirops, au moyen de la *teinture de tournesol*, se fait de la même manière et aussi sûrement que celui des jus; en outre, il n'est en général nullement besoin d'étendre d'eau ces sirops. La seule

différence est que le liquide paraît plus sombre, à cause de l'absorption de la lumière, due au sirop; mais le point de saturation est toujours très-facile à saisir.

» Je ne doute pas que, dans beaucoup d'autres cas où l'on a à opérer sur des liquides colorés, on ne puisse, à l'aide de lumières monochromatiques convenablement choisies, arriver à rendre visibles des réactions chimiques qui, sans elles, ne pourraient être aperçues. »

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Propriétés modulaires des pouvoirs réfringents dans les solutions salines;* par M. C.-ALPH. VALSON.

« Pour que les propriétés des molécules élémentaires des corps puissent être mises facilement en évidence, il faut que ces molécules soient amenées à un certain état de liberté ou de dissociation. C'est ce qui arrive, par exemple, pour les solutions salines, quand elles sont suffisamment étendues. Dans des Communications antérieures, j'ai étudié une série de solutions salines normales, c'est-à-dire renfermant chacune 1 équivalent de sel, évalué en grammes, dissous dans 1 litre d'eau. Dans ces conditions, j'ai déjà pu établir, au point de vue des actions capillaires et des densités, que les divers radicaux des sels produisent des effets qui leur sont propres, et qui sont indépendants des autres radicaux auxquels ils peuvent être associés. Il en résulte, pour ces radicaux, des modules capillaires et des modules de densités que j'ai déterminés, et qui sont analogues aux modules calorifiques dont l'existence a été constatée par MM. Favre et Silbermann. Il est probable que ces propriétés modulaires se conservent encore pour les autres phénomènes dans lesquels ces radicaux salins interviennent, et je me propose aujourd'hui de faire voir, en particulier, qu'il en est ainsi pour les pouvoirs réfringents.

» Je me suis servi des données expérimentales contenues dans un Mémoire de M. Fouqué, publié dans les *Annales de l'Observatoire*, t. IX, et ayant pour titre : « Mémoire sur les relations qui existent entre le pouvoir » réfringent, la densité et le titre des dissolutions salines. » Je me suis borné à rectifier, en partant des densités, les titres de quelques solutions que l'auteur avait signalées lui-même comme douteuses.

» On reconnaît d'abord que, du moins pour les solutions suffisamment étendues, les variations du pouvoir réfringent sont sensiblement proportionnelles aux quantités de sel dissous; ce qui permet de calculer les pouvoirs réfringents correspondant à un titre donné, par exemple au titre des

solutions salines normales. Les résultats relatifs à ces dernières solutions sont contenus dans le tableau suivant, pour un certain nombre de sels :

	Chlorures.	Sulfates.	Azotates.	Carbonates.
Potassium	0,772	0,757	0,759	0,765
Sodium	0,776	0,760	0,763	0,769
Ammonium	0,792	»	»	»
Lithium	0,786	»	»	0,780
Calcium	0,781	»	0,768	»
Magnésium	»	0,767	»	»
Aluminium	»	0,768	»	»
Barium	0,755	»	0,741	»
Manganèse	»	0,760	»	»
Zinc	0,771	0,757	»	»
Cuivre	0,773	0,758	»	»
Cadmium	»	0,744	»	»
Plomb	»	»	0,732	»

» Quand on passe d'un sel à un autre, le radical métallique restant le même, on voit que le pouvoir réfringent varie d'une quantité sensiblement constante, que nous appellerons *module du pouvoir réfringent.* On reconnaît également que cette constance se maintient quand on passe d'un sel à un autre, en faisant varier seulement le radical métalloïdique. On en conclut que : « en passant d'une solution saline à une autre, chacun des deux » radicaux salins fait varier le pouvoir réfringent de la même quantité, » quel que soit l'autre radical auquel il se trouvera associé. »

» La discussion des expériences de M. Fouqué, en prenant des moyennes, conduit à adopter, pour les modules, les valeurs suivantes, en partant du potassium pour les métaux et de l'acide sulfurique pour les acides.

Radicaux métalliques : potassium zéro, sodium 4, ammonium 20, lithium 14, calcium 9, magnésium 10, aluminium 11, barium — 17, manganèse 3, zinc zero, cuivre 1, cadmium — 13, plomb — 27, thallium — 67.

Radicaux métalloïdiques : sulfates zéro, azotates 3, chlorures 15, bromures zéro, iodures — 5, carbonates 8, bicarbonates 11, chromates 19, bichromates 15.

» Les valeurs de ces modules sont les nombres de millièmes qu'il faut ajouter ou retrancher au pouvoir réfringent 0,757 de la solution normale de sulfate de potasse, prise comme point de départ, pour obtenir le pouvoir réfringent d'une autre solution saline normale. Si l'on veut, par exemple, avoir le pouvoir réfringent dans le chlorure de lithium, il suffira de faire la somme, 29 millièmes, des modules 14 et 15 du lithium et du chlore, et de l'ajouter à 0,757, ce qui donne le nombre 0,786.

» On remarquera que le pouvoir réfringent est plus fort pour les métaux alcalins, et surtout pour les métaux dont le poids atomique est le plus faible. Contrairement aux autres sels, les chlorures d'ammonium et de lithium donnent des pouvoirs réfringents supérieurs à celui de l'eau, qui est 0,780 à la température de 15 degrés. Cette exception offre un intérêt particulier, si on la rapproche d'autres propriétés des mêmes sels. Ainsi M. Fouqué fait remarquer que, à l'inverse des autres sels, le coefficient de dilatation de la solution de chlorure de lithium est moindre que celui de l'eau. On sait, du reste, que, au point de vue des actions capillaires, le chlorure d'ammonium s'élève plus haut que l'eau; j'ai pu constater la même chose pour le chlorure de lithium. L'inverse a lieu, au contraire, pour tous les autres sels.

» Remarquons encore que les métaux alcalins ont des pouvoirs réfringents supérieurs à celui du potassium; le groupe manganèse, zinc, cuivre, se comporte à peu près comme le potassium; mais les métaux lourds ont un pouvoir réfringent beaucoup moindre. Il semble donc qu'il y ait une relation, autre toutefois que celle de la proportionnalité, entre le pouvoir réfringent des molécules et leur poids atomique.

» Les relations que nous venons de signaler offrent un nouvel intérêt, si on les considère au point de vue de la mécanique moléculaire. On démontre, en effet, que le pouvoir réfringent $\frac{n^2-1}{p}$ mesure l'action, ou la perte de force vive, produite par un milieu sur les molécules lumineuses qui le traversent. A ce point de vue, on pourra donc énoncer la proposition suivante : « Dans les solutions salines normales, chacun des radicaux élémentaires des sels exerce sur la lumière une action qui lui est propre et qui est indépendante des autres radicaux avec lesquels ils sont associés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel alcool tertiaire et sur une méthode de préparation d'une série d'alcools tertiaires;* Note de MM. C. FRIEDEL et R.-D. SILVA.

« On sait que, dans l'hydrogénation de l'acétone par l'amalgame de sodium et l'eau, on obtient à la fois l'alcool isopropylique C^3H^8O et un glycol tertiaire $C^6H^{14}O^2$, qui a reçu le nom de *pinacone*, à cause de la propriété qu'il a de former avec l'eau un hydrate cristallisable en belles tables du type quadratique (1). Ce glycol résulte de la soudure de deux molécules d'acé-

(1) C. FRIEDEL, *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVI, p. 390.

tone, ayant fixé chacune un seul atome d'hydrogène. La réaction qui lui donne naissance est générale, et l'on connaît déjà un certain nombre de produits qui se forment dans des conditions analogues ; nous ne citerons que la benzopinacone et l'hydrobenzoïne. Il nous a semblé que la pinacone pouvait donner lieu à des études intéressantes, en raison de son mode de génération, dans lequel la fixation de l'hydrogène sur un composé relativement simple entraîne la formation d'un produit renfermant des atomes de carbone en nombre plus grand et groupés de telle façon que pour les séparer il faut avoir recours aux procédés d'oxydation, comme pour les groupements hydrocarbonés eux-mêmes. Il y a donc eu synthèse dans le sens le plus étroit de ce mot. C'est ce qu'a fait voir l'un de nous dans son premier travail sur la pinacone; c'est encore ce qu'a montré récemment M. G. Bouchardat (1) en traitant la pinacone par l'acide iodhydrique.

» Nous avons pensé qu'il y aurait un intérêt particulier à étudier l'action de l'hydrogène naissant sur un anhydride de la pinacone, la pinacoline $C^6H^{12}O$, qui s'en dérive dans un grand nombre de réactions, et qui est à la pinacone ce que l'oxyde d'éthylène est au glycol. Si l'hydrogène s'y fixait, on devait obtenir un alcool monatomique, et, d'après le mode de constitution de la pinacoline, l'alcool formé devait renfermer le groupe C(OH) uni à trois groupes hydrocarbonés monatomiques. On sait que c'est le propre des alcools tertiaires qui ont été découverts par M. Boutlerow (2), et dont le type est le triméthylcarbinol, ou alcool butylique tertiaire, obtenu par l'action du chlorure d'acétyle sur le zinc-méthyle.

Pinacone.	Pinacoline.	
$(CH^3)^2COH$ — $(CH^3)^2COH$	$(CH^3)^2C$ — $(CH^3)^2C$ > O	$(CH^3)^2COH$ — $(CH^3)^2CH$

» Nous avons préparé la pinacoline, suivant le procédé indiqué par M. Fittig, en dissolvant la pinacone dans l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau, et en chauffant. L'anhydride se forme presque instantanément et vient nager au-dessus de l'acide. Après l'avoir purifié par des lavages et par des distillations, nous en avons versé une couche d'environ un centimètre d'épaisseur dans une fiole renfermant déjà une petite couche d'eau. La pinacoline, insoluble dans l'eau, surnage, et, quand on y laisse tomber de

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVI, p. 97 ; septembre 1872.
(2) *Bulletin de la Société chimique*, 2e série, t. I, p. 106 (1864) ; et t. V, p. 17 (1866).

petits fragments de sodium, on voit ceux-ci nager dans le liquide huileux et se poser parfois à la surface de séparation de la pinacoline et de l'eau, sans qu'il se produise une trop vive réaction. Le sodium est attaqué par l'eau qui est tenue en dissolution par la pinacoline; le dégagement d'hydrogène est très-faible, et bientôt on voit le liquide se remplir d'une matière blanche ayant l'apparence des alcoolates alcalins. On agite de temps à autre pour amener cette matière en contact avec l'eau, qui la décompose et rend au liquide toute sa fluidité. Au bout de deux ou trois jours, on voit l'hydrogène se dégager plus abondamment, et l'on peut considérer la réaction comme terminée. On décante le liquide et on le lave à l'eau, puis on le dessèche avec du carbonate de potasse fondu, et on le distille (1).

» Les traces d'eau qui restent en dissolution dans le produit abaissent le point d'ébullition des premières gouttes du liquide qui passent à la distillation; mais, dès qu'elles sont chassées, on voit le thermomètre monter à 120 degrés et rester remarquablement fixe entre 120 et 121 degrés; il s'élève ensuite très-rapidement. Le vase distillatoire renferme alors une petite quantité d'un produit qui cristallise par le refroidissement, et dont nous parlerons plus tard. Il ne paraît pas s'être formé autre chose que ces deux substances, qui sont très-faciles à séparer.

» La première est l'alcool dont nous avions prévu la formation, et qui est isomérique avec les alcools hexyliques connus; c'est ce qu'a montré immédiatement l'analyse, ainsi que diverses réactions du produit. C'est un liquide limpide, d'une odeur camphrée très-prononcée, d'une saveur brûlante, très-peu soluble dans l'eau, bouillant à 120°,5, ayant une densité de 0,8347 à zéro et de 0,8122 à 25 degrés. La pinacoline bout à 106 degrés, et a une densité de 0,8233 à zéro et de 0,8004 à 25 degrés (2).

» Une propriété très-curieuse qu'il possède et qui le rapproche du triméthylcarbinol, c'est celle de cristalliser dans la glace et plus facilement dans un mélange réfrigérant, car il est très-susceptible de surfusion et devient alors extrêmement visqueux, et de ne fondre qu'à + 4 degrés. Cristallisé, il se présente en une masse formée de longues aiguilles soyeuses, rappelant l'acide phénique solide. D'après son mode de formation, on voit

(1) Ce procédé a déjà servi, à l'un de nous, à transformer le méthylbutyryle en alcool isoamylique. (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVI, p. 397).

(2) M. Fittig a indiqué un chiffre différent 0,7990 à 15 degrés (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXIV).

que c'est un diméthyle-isopropyle-carbinol; on peut aussi l'appeler plus commodément *alcool pinacolique*.

» Il se transforme facilement en iodure par l'action de l'iode et du phosphore, ou par celle de l'acide iodhydrique, lorsqu'on le sature de ce gaz et qu'on le chauffe à 100 degrés, pour compléter la réaction qui commence déjà à froid. L'iodure $C^6H^{13}I$, préparé de l'une ou l'autre manière, bout entre 140 et 144 degrés, et a une densité de 1,4739 à zéro et de 1,4420 à 25 degrés. Il n'est pas très-stable et se décompose légèrement à la distillation; il brunit lorsqu'on le conserve. Lorsqu'on le distille avec l'eau, la décomposition est beaucoup plus forte et il se dédouble alors en partie en un hexylène bouillant à 70 degrés et acide iodhydrique. L'hexylène ainsi obtenu se combine à froid avec l'acide iodhydrique gazeux, et régénère un iodure bouillant à 140 degrés, qui paraît identique avec l'iodure primitif. C'est encore un point de rapprochement avec le triméthylcarbinol. L'iodure réagit à froid sur l'acétate d'argent en suspension dans l'éther et donne un acétate bouillant de 140 à 143 degrés. Il se forme en même temps une assez grande quantité d'hexylène, qui peut se combiner au brome, en donnant un bromure cristallisé $C^6H^{12}Br^2$.

» Le chlorure $C^6H^{13}Cl$ a été obtenu par l'action de l'acide chlorhydrique gazeux à 100 degrés, en vase clos. Il bout de 112°,5 à 114°,5 et est isomérique avec un chlorure obtenu par M. Schorlemmer, par l'action du chlore sur le diisopropyle, et qui bout à 120 degrés (118 degrés, d'après M. Silva). Sa densité est de 0,8991 à zéro et de 0,8749 à 25 degrés.

» Plusieurs des propriétés du nouvel alcool semblent le rapprocher de l'hydrate d'amylène de M. Wurtz. Il en est ainsi particulièrement du facile dédoublement de l'iodure et du chlorure, et de la formation, par l'action du brome sur l'alcool, d'un bromure cristallisé $C^6H^{12}Br^2$. Néanmoins il résiste à la température de 250 degrés, à laquelle l'hydrate d'amylène se dédouble en amylène et eau.

» L'oxydation ménagée de l'alcool par le bichromate de potassium étendu et l'acide sulfurique régénère la pinacoline bouillant vers 106 degrés, et dont nous avons constaté la pureté par l'analyse, ainsi qu'il a été fait pour tous les produits précédemment décrits. C'est un fait intéressant, car il avait été admis jusqu'ici que les alcools tertiaires ne pouvaient pas donner de dérivé oxydé renfermant un même nombre d'atomes de carbone qu'eux. L'expérience montre le contraire, et l'on ne voit pas d'ailleurs pourquoi ces alcools n'auraient pas pu fournir de dérivés oxydés, étant,

comme la pinacoline, aux acétones proprement dites, ce que l'oxyde d'éthylène est à l'aldéhyde. Ces derniers composés, auxquels on peut conserver le nom général de *pinacolines*, si défectueux qu'il soit, pour ne pas introduire de nouvelles dénominations, pourront sans doute se distinguer des acétones par leurs produits d'oxydation. Nous étudions en ce moment ceux de la pinacoline, et nous pouvons déjà dire qu'elle fournit une forte proportion d'un acide insoluble dans l'eau, cristallisable et fondant à 26 degrés, volatil, ayant une légère odeur butyrique, et ayant la composition de l'acide valérique, dont il diffère par son point d'ébullition et par ses propriétés. Nous entrerons dans plus de détails, sur cet acide intéressant, dans une prochaine Communication.

» Revenons au produit cristallisé qui s'est formé en même temps que l'alcool pinacolique. Ce n'est autre chose qu'une pinacone de la pinacoline

$$2C^6H^{12}O + 2H = C^{12}H^{26}O^2.$$

» Cristallisé dans l'éther, il fond à 69 degrés, et l'analyse lui assigne la composition exprimée par la formule précédente.

» La complication moléculaire ne s'arrête donc pas à la pinacoline, et, en partant de l'acétone, on peut, par des duplications successives, s'élever rapidement de plus en plus haut dans la série des composés carbonés, par une réaction simple, qui, peut-être, trouve place dans les procédés de synthèse de la nature.

» Nous nous occupons d'appliquer la même méthode, qui possède évidemment un caractère de généralité, à d'autres pinacones et spécialement à la benzopinacone, dont la déshydratation et l'hydrogénation devront fournir un alcool tertiaire renfermant plusieurs fois le groupe phényle, c'est-à-dire appartenant à une série qui n'est pas encore connue. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'essai commercial des nitrates;* Note de M. H. Joulie, présentée par M. Balard.

« Un assez grand nombre de procédés ont été indiqués pour le dosage de l'acide azotique et par conséquent pour l'essai des nitrates. On en connait de très exacts, mais ils exigent des manipulations longues et délicates ou des appareils compliqués. Aussi les essayeurs se sont-ils en général arretés à des méthodes expéditives, mais qui ont l'inconvénient de comporter de nombreuses chances d'erreur. Celle qui est le plus généralement suivie consiste à doser séparément les matières étrangères (eau, chlorures,

sulfates et matières insolubles), et à considérer comme nitrate par la différence entre 100 et le total de ces matières.

» Cette méthode, défectueuse même pour le nitrate de soude, devient radicalement vicieuse lorsqu'il s'agit du nitrate de potasse, car il peut être mêlé à des quantités plus ou moins grandes de nitrate de soude, sans qu'elle en avertisse l'opérateur. Elle a d'ailleurs le grave inconvénient d'accumuler sur le produit cherché toutes les erreurs commises dans les dosages particuliers de chaque matière étrangère, dosages qui ne peuvent être eux-mêmes exécutés sans erreur à cause des proportions minimes de ces matières par rapport au produit principal.

» L'industrie dont je m'occupe depuis six ans m'ayant obligé d'exécuter des dosages de nitrates en très-grand nombre, j'ai dû me préoccuper de trouver une méthode aussi rapide et plus sûre que la méthode par différence. Le procédé auquel je me suis arrêté donne le résultat en moins d'une heure et contient des éléments de vérification qui font disparaître toute chance d'erreur.

» Il consiste à transformer les nitrates en chlorures, en les chauffant dans un creuset de porcelaine avec du chlorhydrate d'ammoniaque, et à doser le chlore avant et après l'opération, à l'aide d'une solution titrée de nitrate d'argent et du chromate de potasse (procédé Morh). La différence entre les deux résultats donne le chlore qui s'est substitué à l'acide azotique. Il suffit de multiplier le nombre trouvé par 1,52 pour avoir l'acide azotique contenu dans le nitrate essayé.

» D'autre part, la calcination ayant été faite dans un creuset de porcelaine taré, on le repèse avant de dissoudre le produit. On obtient ainsi le poids de la masse calcinée, qui est formée par les chlorures préexistants ou provenant de la transformation du nitrate, les sulfates et les matières minérales insolubles que pouvait contenir l'échantillon essayé.

» Pour le nitrate de soude, si l'on transforme le chlore total trouvé en chlorure de sodium, par le calcul, on doit obtenir un nombre très-voisin du poids de la masse calcinée. S'il était égal ou supérieur, on serait averti d'une erreur et l'essai serait à recommencer. S'il était inférieur de plus de 0,50 à 0,75 pour 100 de nitrate essayé, il y aurait lieu de doser les matières étrangères.

» Pour le nitrate de potasse, le chlore préexistant, calculé en chlorure de sodium, et le chlore correspondant à l'azote, calculé en chlorure de potassium, doivent donner également une somme un peu inférieure au poids de la masse trouvée dans le creuset. Si cette somme était égale ou supé-

rieure, il y aurait lieu de soupçonner la présence du nitrate de soude, et il serait nécessaire de faire le dosage de la potasse. Si, au contraire, la somme trouvée était inférieure de plus de 0,50 à 0,75 pour 100, il serait utile de doser les matières étrangères pour se rendre compte de la différence.

» Cette méthode peut aussi être employée avec avantage pour le dosage des nitrates dans des mélanges salins complexes. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'altération spontanée des œufs;* Note de M. U. Gayon, présentée par M. Pasteur.

« La question de l'altération spontanée des œufs a été le sujet d'études nombreuses, d'observations importantes, mais quelquefois contradictoires; cependant il est aujourd'hui généralement admis :

» 1° Que les œufs non agités se conservent « sans fermenter ni pourrir (1) »;

» 2° Que les œufs agités et brouillés s'altèrent, « toujours en moins d'un » mois »;

» 3° Que, « dans aucun cas, et quel que soit le degré de putréfaction » auquel l'œuf soit arrivé », on n'y trouve pas « la moindre trace d'êtres » organisés, du règne végétal ou du règne animal (2) ».

» L'altération des œufs, avec tous les caractères d'une putréfaction véritable, s'accomplirait donc en dehors de la présence d'organismes microscopiques, ce qui serait en opposition avec cette proposition, que la destruction de la matière organisée et son retour au règne minéral sont des actes corrélatifs du développement et de la multiplication d'êtres organisés (3).

» Cette exception à des faits dont la généralité est assurément remarquable m'a déterminé à reprendre les expériences antérieurement faites sur la putréfaction *spontanée* des œufs.

» L'ensemble de mes résultats peut être résumé en trois points principaux, qui sont en contradiction avec les propositions que j'ai énoncées ci-dessus.

» En abandonnant à l'air ordinaire, et à une température moyenne de 25 degrés, des œufs non agités, je trouve que les uns s'altèrent et se putréfient, tandis que d'autres ne s'altèrent ni ne se putréfient.

(1) Donné, *Comptes rendus*, t. LVII, p. 451.
(2) Donné, *Comptes rendus*, t. LXV, p. 604.
(3) Pasteur, *Comptes rendus*, t. LVI, p. 734.



» Dans le cas où l'épreuve porte sur des œufs agités et brouillés, les uns s'altèrent et se putréfient, d'autres restent sans s'altérer, même pendant plusieurs mois.

» Dans toutes les circonstances où les œufs sont restés sains, il m'a été impossible de découvrir la moindre trace d'organismes; au contraire, toutes les fois que les œufs se sont putréfiés, j'ai constaté la présence non douteuse de nombreux organismes microscopiques, de la famille des Vibrioniens. On y trouve aussi très-souvent des moisissures.

» Ces faits sont, comme on le voit, en contradiction avec les résultats précédemment obtenus; mais leur constance et leur netteté ne me paraissent pas pouvoir laisser de doute dans l'esprit; et, dès lors, il faut admettre que la putréfaction des œufs, comme les autres putréfactions proprement dites, s'accompagne de la présence et de la multiplication d'êtres organisés microscopiques.

» D'où viennent ces organismes? Sans préjuger la solution de cette question qui m'occupe actuellement, je ferai cependant remarquer que la différence qui existe entre des œufs placés dans des conditions semblables est, à mon avis, une forte présomption en faveur de cette idée : que les germes des organismes dont il s'agit pourraient bien préexister dans les œufs susceptibles de s'altérer, et dans ceux-là seulement; et que, vraisemblablement, ils doivent être apportés du dehors dans l'oviducte de la poule. Je le répète, mes études présentes ont toutes pour objet d'élucider ce point. »

PHYSIOLOGIE. — *Détermination quantitative de l'oxyde de carbone combiné avec l'hémoglobine, mode d'élimination de l'oxyde de carbone;* Note de M. N. Gréhant, présentée par M. Cl. Bernard.

« En continuant les recherches que j'ai commencées sur le dosage de l'hémoglobine, et dont j'ai eu l'honneur de communiquer les premiers résultats à l'Académie, dans la séance du 19 août 1872, je fus conduit à déterminer la quantité d'oxyde de carbone qui est combinée avec l'hémoglobine dans un cas d'empoisonnement partiel ou complet. Cette analyse quantitative ne présente aucune difficulté; avant de soumettre un animal à l'intoxication par l'oxyde de carbone, il suffit de lui faire une prise de sang dans une artère, et de mesurer par le procédé que j'ai indiqué *le plus grand volume d'oxygène* que ce sang normal peut absorber. En second lieu, on fait respirer à l'animal du gaz oxyde de carbone; une seconde

prise de sang sert à déterminer *le plus grand volume d'oxygène* que le sang intoxiqué peut absorber; le second nombre est toujours plus petit que le premier, et la différence fait connaître aussitôt quel est le volume d'oxyde de carbone qui est combiné avec l'hémoglobine. On sait, en effet, depuis les importants travaux de M. Claude Bernard, qu'un volume d'oxyde de carbone remplace un volume d'oxygène, dans la combinaison plus fixe que le gaz toxique fournit avec l'hémoglobine. J'emprunte un exemple à mes expériences : 100 centimètres cubes de sang normal de chien ont absorbé au maximum 25 centimètres cubes d'oxygène; 100 centimètres cubes de sang intoxiqué du même animal ont absorbé 5 centimètres cubes d'oxygène; la différence $25^{cc} - 5^{cc} = 20^{cc}$ représente le volume d'oxyde de carbone qui s'est combiné avec l'hémoglobine.

» M. Claude Bernard a établi par de nombreuses expériences spectroscopiques le fait de la prompte élimination de l'oxyde de carbone chez un animal partiellement empoisonné, puis replacé dans l'air pur; les déterminations quantitatives par le procédé que je viens d'indiquer ont seulement donné la confirmation du même fait : chez un chien, 100 centimètres cubes de sang normal absorbaient au maximum $25^{cc},5$ d'oxygène; le même volume de sang partiellement intoxiqué n'absorbait que $10^{cc},8$ d'oxygène. Deux heures après l'arrêt de l'intoxication, 100 centimètres cubes de sang pouvaient déjà absorber $15^{cc},4$ d'oxygène, et quatre heures après ils absorbaient $21^{cc},8$ d'oxygène; ainsi, en quatre heures, $21^{cc},8 - 10^{cc},8 = 11^{cc}$ d'oxyde de carbone avaient été enlevés à 100 centimètres cubes de sang.

» Sous quelle forme le gaz toxique est-il éliminé et par quelle voie? Une opinion qui règne actuellement dans la Science est celle qui a été émise par MM. Cheneau et Pokrowsky, qui admettent que l'oxyde de carbone combiné d'abord avec l'hémoglobine est brûlé dans l'organisme et converti en acide carbonique que les poumons éliminent.

» Ce n'est pas ici que je puis faire complétement la critique des expériences de M. Pokrowsky; je dirai seulement que, si ce physiologiste a reconnu dans le sang intoxiqué par l'oxyde de carbone pris en dehors des vaisseaux la production de gaz acide carbonique, il n'a point démontré la disparition du gaz oxyde de carbone. L'oxyde de carbone disparaît-il dans le sang intoxiqué abandonné à lui-même dans un flacon fermé? Voici la première question, qui a été résolue par l'expérience suivante :

» On fait arriver dans un flacon plein de mercure un mélange de sang normal suroxygéné et de sang intoxiqué par l'oxyde de carbone; le flacon est fermé et maintenu pendant vingt-deux heures dans un bain d'eau à

40 degrés, puis on détermine le plus grand volume d'oxygène absorbable par le mélange des deux échantillons de sang. L'expérience a montré que le pouvoir absorbant du mélange pour l'oxygène est resté exactement le même qu'auparavant, ce qui montre que le sang intoxiqué n'a pas perdu trace d'oxyde de carbone; en effet, si le sang intoxiqué avait perdu 1 centimètre cube d'oxyde de carbone, il deviendrait capable d'absorber en plus 1 centimètre cube d'oxygène.

» Une autre série d'expériences a consisté à faire passer un courant de bulles d'air à travers du sang intoxiqué : 100 centimètres cubes du sang avant le passage de l'air absorbaient seulement $10^{cc},8$ d'oxygène; quarante-huit heures après ils absorbaient 14,2 d'oxygène; ainsi le passage de l'air, qui était lent, il est vrai, n'avait enlevé au sang que $3^{cc},4$ d'oxyde de carbone, qui avaient été remplacés par $3^{cc},4$ d'oxygène.

» Chez un animal empoisonné par l'oxyde de carbone, dont tous les vaisseaux contenaient du sang combiné avec le gaz toxique, on ouvrit rapidement le thorax et l'on fit circuler à travers les poumons, par l'artère pulmonaire, du sang intoxiqué et défibriné à l'aide d'un appareil à pression constante; en même temps, je renouvelais constamment l'air dabs les poumons avec mon appareil à respiration artificielle mis en mouvement par un moteur hydraulique. 100 centimètres cubes de sang intoxiqué avant l'injection absorbaient seulement $3^{cc},6$ d'oxygène : le même sang circula dix-neuf fois en une heure à travers les poumons; 100 centimètres cubes de sang après l'injection ont absorbé $10^{cc},5$ d'oxygène; par suite, $10^{cc},5 - 3^{cc},6 = 6^{cc},9$ d'oxyde de carbone avaient disparu. Cette seconde expérience, qui démontre une élimination bien plus rapide du gaz toxique que la première, ne nous dit pas non plus sous quelle forme l'oxyde de carbone disparaît.

» Pour le rechercher, j'ai fait une expérience directe : on a composé, dans une cloche, un mélange de 6 litres d'air et de 300 centimètres cubes d'oxyde de carbone; ce mélange toxique fut respiré pendant deux minutes par un chien auquel on avait adapté une muselière de caoutchouc; l'animal respira ensuite dans l'air pendant une demi-heure (on voulut chasser ainsi le gaz oxyde de carbone libre qui pouvait rester dans les poumons), puis on recueillit dans un grand ballon de caoutchouc les gaz expirés par un tube muni de soupapes convenablement disposées. L'air expiré fut soumis à la recherche suivante : un tube de verre fut rempli de tournure de cuivre grillée parfaitement débarrassée de toute matière organique, et placé sur la grille à analyse; d'un côté du tube j'ai disposé plusieurs éprouvettes à pied

remplies de pierre ponce imbibée d'une solution concentrée de potasse et un tube témoin à eau de baryte; de l'autre côté du tube à oxyde de cuivre furent placés deux barboteurs à eau de baryte communiquant avec le robinet d'aspiration de la trompe. Le tube à analyse fut chauffé au rouge et les gaz du ballon furent aspirés très-lentement. L'expérience dura vingt-quatre heures : les gaz étaient complétement dépouillés d'acide carbonique avant le tube à combustion; le premier tube témoin à eau de baryte ne présenta point de louche, tandis que le barboteur à eau de baryte placé à la suite de l'oxyde de cuivre offrit un précipité abondant de carbonate de baryte, paraissant démontrer dans les gaz expirés la présence de l'*oxyde de carbone*.

» Je dois dire que j'ai pris des précautions toutes spéciales pour que l'appareil ne laissât pas entrer en quelque point l'air du laboratoire; j'ai disposé partout autour des bouchons et des tubes d'union des manchons de caoutchouc pleins d'eau, fermetures hydrauliques que j'emploie d'une manière générale avec beaucoup d'avantages. L'appareil était essayé à blanc pendant vingt-quatre heures, et, en faisant passer l'air pris à l'extérieur du laboratoire, on n'observait pas le moindre louche dans les boules à eau de baryte placées à la suite du tube à combustion. Un régulateur d'aspiration que je ne puis décrire ici maintenait un courant lent et constant.

» Pour éviter à coup sûr et tout d'abord la présence de l'oxyde de carbone au milieu des gaz qui remplissent les poumons, une autre expérience a consisté à injecter dans les veines d'un animal du sang qu'on lui avait emprunté d'abord et qui avait été reçu et défibriné dans un flacon plein d'oxyde de carbone; ce sang intoxiqué, complétement privé de gaz libres tenus en suspension, à l'aide du vide, fut injecté dans la veine jugulaire, puis on recueillit les produits de l'expiration dans un grand ballon de caoutchouc. Or j'ai trouvé dans ces gaz, recueillis en trente-huit minutes, un volume d'oxyde de carbone converti en acide carbonique par la combustion égal à 18 centimètres cubes.

» Je crois donc pouvoir conclure que le gaz oxyde de carbone est éliminé en nature par le poumon, par le même organe qui le fait pénétrer dans le sang.

» Ce résultat est important, au point de vue de la physiologie générale, puisqu'il séparerait l'oxyde de carbone des substances qui peuvent brûler dans l'organisme.

» Comme application pratique, je dois insister sur l'utilité de la respiration artificielle dans les cas graves d'asphyxie par la vapeur de charbon.

Les recherches précédentes ont été faites au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire de Physiologie générale, dirigé par M. Claude Bernard, où je trouve libéralement mis à ma disposition tous les appareils qui me sont nécessaires. »

MINÉRALOGIE. — *Analyse d'une jeffersonite de Franklin (New-Jersey)*; Note de M. F. PISANI, présentée par M. Des Cloizeaux.

« La jeffersonite qui se trouve dans toutes les collections est un minéral évidemment altéré, car les meilleurs cristaux que l'on connaisse ont leurs arêtes généralement arrondies et leurs faces comme corrodées, ternes et ne se prêtant à aucune mesure exacte. Sa forme est celle d'un pyroxène avec les combinaisons ordinaires de l'augite, $mh^1g^1b^{\frac{1}{2}}$. A peine translucide sur les bords, on n'a jamais pu en examiner les propriétés optiques. Sa composition est celle d'un pyroxène à base de chaux, de fer, de manganèse, de zinc et de magnésie. La teneur en zinc est de 1 pour 100 d'après Keating et de 4,39 pour 100 d'après Hermann; quant au manganèse, il varie, suivant ces deux auteurs, de 13 à 7 pour 100.

» Ayant reçu, il y a quelque temps, sous le nom de *jeffersonite*, un minéral en grandes masses laminaires de plus de 1 centimètre d'épaisseur, et venant de Franklin (New-Jersey), j'en ai fait l'étude, et ce sont ces résultats que je vais avoir l'honneur de communiquer à l'Académie.

» Cette jeffersonite est en masses laminaires, ayant un clivage très-facile suivant h^1, sens de l'aplatissement de ce minéral, et un autre difficile suivant g^1. Elle offre des plans de séparation suivant p. J'ai obtenu pour les angles de ce minéral

$$h^1g^1 = 90°45', \quad ph^1 = 105°45'.$$

La face de clivage g^1, étant très-inégale, ne se prête pas à des mesures exactes. J'ai observé, sur la face h^1 d'un morceau, un miroitement causé par les faces m, mais je n'ai pu mesurer approximativement que l'incidence mh^1, qui a été trouvée $= 133°22'$.

» Comme on le voit, tous ces angles se rapportent assez bien à ceux du pyroxène. La cassure de ce minéral est inégale. Il est translucide en lames minces. Dans une plaque parallèle à h^1, on voit nettement, par transparence, les plans de séparation parallèles à p. Au microscope polarisant, une lame clivée suivant h^1 montre un seul système d'anneaux au milieu du champ de l'instrument. Le plan des axes optiques est parallèle à g^1. Bis-

sectrice aiguë *positive* faisant un angle de 36° 28′ avec une normale à h^1 antér., et de 37° 47′ avec une normale à p.

» J'ai obtenu, pour l'écartement des axes dans l'huile,

$$2H = 84°32', \text{ rayons jaunes.}$$

Dispersion *inclinée* se manifestant par une différence dans la forme des anneaux des deux systèmes, ces anneaux étant plus elliptiques dans l'un que dans l'autre. Les bordures des hyperboles sont sans couleurs appréciables. Éclat vitreux, un peu métalloïde sur la face du clivage facile, gras dans la cassure. Couleur d'un vert foncé, poussière verdâtre.

Dureté = 5,5, Densité = 3,63.

» Au chalumeau, le minéral fond en émail noir peu magnétique. Avec le carbonate de soude et le nitre il donne une forte réaction de manganèse. Inattaquable par les acides.

» Son analyse m'a donné :

		Oxygène.		Rapports.
Silice	45,95	24,5		2
Alumine	0,85			
Chaux	21,55	6,15		
Oxyde manganeux	10,20	2,30		
Oxyde ferreux	8,91	1,98	13,86	1
Magnésie	3,61	1,44		
Oxyde de zinc	10,15	1,99		
Perte au feu	0,35			
	101,57			

» Comme on le voit, cette jeffersonite contient encore plus de zinc que celles analysées précédemment. Étant exempte d'altération, on peut la considérer comme le type de la jeffersonite. Sous le rapport des propriétés géométriques et optiques, ainsi que par sa composition chimique, ce minéral vient se ranger dans le groupe des pyroxènes. Optiquement, il se distingue immédiatement du diopside et de la diallage en ce que la bissectrice aiguë de ses axes optiques coïncide presque avec la bissectrice de l'angle obtus $ph^1 = 105°45'$, tandis que, dans le pyroxène et la diallage, la bissectrice aiguë forme, avec une normale à p, un angle d'environ 23 degrés, et avec une normale à h^1 un angle d'environ 51 degrés. Il résulte, de cette différence dans l'orientation de la bissectrice principale des deux minéraux, que, dans la jeffersonite, le système unique d'anneaux, visible à travers h^1, est situé au centre du champ du microscope, tandis que dans la diallage il est fortement rejeté de côté. »

MINÉRALOGIE. — *Analyse de l'arite de la montagne d'Ar (Basses-Pyrénées)*; Note de M. F. PISANI, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Berthier a décrit comme se trouvant à Balen, dans les Basses-Pyrénées (1), un minerai de nickel ayant l'aspect de la nickéline et qui s'y trouve associé avec de la blende brune et de la galène. Une analyse publiée par ce savant donne pour ce minéral la composition suivante : arsenic 33,0; antimoine 27,8; nickel 33,0 avec de petites quantités de fer et de soufre. M. Des Cloizeaux ayant rapporté, il y a quelques années, un minéral présentant les mêmes caractères et venant de la montagne d'Ar, au pied du pic de Ger, à cinq heures des Eaux-Bonnes (Basses-Pyrénées), M. Adam l'a nommé *aarite* (2), et a admis qu'il était le même que celui dont on doit l'analyse à Berthier. L'arite se trouve dans un filon, associée avec de la blende, de la galène, de l'ullmannite, du quartz, du pétrosilex et du calcaire; on y trouve aussi de la pyrite magnétique, du mispickel, ainsi que de l'argent natif, qui a été exploité à plusieurs reprises.

» Les échantillons que j'ai examinés, et que je dois à l'obligeance de M. Des Cloizeaux, offrent le minéral nickélifère disséminé dans un mélange de pétrosilex et de calcaire, avec blende, ullmannite et galène.

» Ce minéral est amorphe et possède la couleur de la breithauptite. Densité = 7,19. Les résultats suivants de mon analyse sont calculés, déduction faite d'un peu de gangue siliceuse qu'il m'a été impossible de séparer par le triage :

				Rapports.
Soufre	1,7			
Arsenic	11,5	1,53	5,51	1
Antimoine	48,6	3,98		
Nickel	37,3	12,60		2
Zinc	2,4			
	101,5			

Ce qui conduit à la formule Ni^2 (Sb, As), qui est celle d'une breithauptite arsénifère. L'arite ne doit donc pas constituer une espèce à part et n'est qu'une simple variété de breithauptite, comme la nickéline d'Allemont, qui contient 8 pour 100 d'antimoine, est également une variété de nickéline. La substance analysée par Berthier, contenant encore plus d'ar-

(1) Ce nom de Balen provient de quelque fausse indication, car M. Des Cloizeaux n'a jamais pu en trouver trace dans ses excursions aux Basses-Pyrénées.

(2) La carte de l'État-major a adopté l'orthographe *Ar* au lieu de Aar.

senic que celle que je viens de décrire, semblerait établir le passage entre la nickéline et la breithauptite. »

PHYSIOLOGIE. — *Expériences sur la régénération des yeux chez les Écrevisses ;* Note de **M. S. Chantran**, présentée par M. Coste.

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, dans sa séance du 17 juillet 1871, une Note sur la régénération des membres de l'écrevisse, et j'ai dès lors annoncé que des expériences nouvelles sur la régénération des yeux chez ce crustacé étaient entreprises au Collége de France, dans les viviers-laboratoires de M. Coste. Aujourd'hui, je viens faire connaître à l'Académie les résultats que j'ai obtenus.

» Ayant observé que les yeux de l'écrevisse se dépouillent, lors de la mue, comme toutes les autres parties du test de cet animal, j'ai été conduit à opérer l'ablation de ces organes afin de constater si les mues successives amenaient quelque changement dans la mutilation subie par les organes visuels. J'ai reconnu que les yeux des écrevisses se régénèrent; ils se régénèrent normalement ou anormalement, plus lentement ou plus rapidement, suivant l'âge ou le moment de la vie des sujets sur lesquels on opère. Voici les faits :

» Si l'on pratique sur un animal d'un an l'excision des globes oculaires, au mois d'octobre, c'est-à-dire au moment où les mues de l'année sont accomplies et que, par conséquent, l'opération faite, l'écrevisse n'est plus soumise pendant plus de six mois au travail des mues, on voit la mutilation persister pendant toute cette période de repos et ne se modifier que sous l'influence de l'action des mues successives de l'année suivante. Ainsi les yeux d'un certain nombre d'écrevisses d'un an ont été coupés au mois d'octobre 1871, à la fin de la saison des mues : l'année suivante, lorsque ces sujets eurent subi, à partir du mois de mai, quatre nouvelles mues, leurs yeux étaient repoussés; de sorte que, environ onze mois après leur excision, les organes de la vue étaient parfaitement régénérés et avaient si bien repris leur fonction, que les animaux se mettaient immédiatement en état de défense lorsqu'on approchait d'eux quelque objet de nature à les inquiéter.

» Mais si, au contraire, on opère l'ablation des yeux chez des sujets de deux ans, soit immédiatement avant la série des mues, soit dans l'intervalle de deux mues, le travail de régénération de l'œil, contrarié sans doute par la perturbation que les mues successives et rapprochées apportent dans tout l'organisme de l'animal, ne s'accomplit pas toujours d'une manière

aussi régulière. Ainsi les globes oculaires enlevés sur un certain nombre d'écrevisses de deux ans se sont tous régénérés après trois ou quatre mues, mais l'un des yeux présente assez souvent dans la forme de la prunelle des altérations qui permettent de douter si la fonction visuelle peut s'y accomplir, car tantôt la prunelle n'est représentée que par un trait noir sur le globe de l'œil, dans lequel d'autres fois il existe deux prunelles, mais dont chacune est plus petite que la prunelle normale ; dans d'autres cas, l'un des yeux reste sensiblement plus petit que l'autre.

» Enfin, chez les écrevisses adultes, les femelles ne muant dans l'année qu'une fois et les mâles deux fois, l'excision des yeux faite sur ces sujets ne m'a donné jusqu'à présent que des résultats incomplets ; car, même après la deuxième mue, le travail de régénération des yeux n'a produit que des bourgeons avec des points noirs et, chez une de ces écrevisses dont les yeux ont été coupés après la mue de septembre 1871, un bourgeon opaque et bifide est venu remplacer un des yeux qui avaient été enlevés.

» J'ajouterai qu'en faisant ces expériences j'ai toujours eu soin d'enlever les yeux à peu près à moitié des pédoncules, c'est-à-dire d'enlever le globe de l'œil tout entier, en ne laissant subsister que la base du pédoncule, partie qu'il est essentiel de laisser à l'animal, car lorsque l'on procède, soit par excision totale, soit par arrachement du pédoncule, l'œil ne se régénère jamais.

» Dans une prochaine Communication, j'aurai l'honneur de faire connaître à l'Académie les résultats des recherches que je poursuis en ce moment sur la formation des concrétions pierreuses de l'écrevisse, connues dans l'ancienne pharmacopée sous le nom d'*yeux d'écrevisse*. »

MÉTÉOROLOGIE. — M. BÉRIGNY adresse, sur la tempête du 19 janvier dernier, observée à Versailles, une Note dont nous extrayons ce qui suit :

« Commencement de l'orage à 7h30m du soir; éclairs de l'ouest-sud-ouest; moyenne d'intensité, de 8 heures à 8h 10m. A ce moment, deux coups de tonnerre extrêmement rapprochés; averse diluvienne de pluie et de grêle. Fin de l'orage à 9h30m.

» La marche du baromètre a été la suivante :

		mm			mm
19 janvier,	9 heures matin....	730,30	20 janvier,	9 heures matin....	720,24
»	10 »	727,80	»	10 »	710,88
»	4 heures soir......	723,88	»	4 heures soir......	718,92
»	6h30m soir.......	721,37	»	10 »	720,69
»	8h10m soir.......	720,83	21 »	1 heure matin.....	720,17
»	10 heures soir......	719,47			

» Le minimum de pression s'est donc manifesté plusieurs heures après l'orage.

» L'eau recueillie le 19, de 10 heures du matin à 10 heures du soir, est de 13,89.

» L'ozone, malgré la tempête *sans orage*, qui a duré pendant la nuit précédente, donne le 19, à 10 heures matin, 13,0; à 10 heures soir, 21,0 après l'orage. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 20 janvier 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémoires d'agriculture, d'économie rurale et domestique, publiés par la Société centrale d'Agriculture de France; année 1872. Paris, Bouchard-Huzard, 1872; 1 vol. in-8°.

Bulletin des séances de la Société centrale d'Agriculture de France. Compte rendu mensuel, rédigé par M. Barral; 3e série, t. VII, 1871-1872. Paris, Bouchard-Huzard, 1872; 1 vol. in-8°.

Guide pratique du fabricant de sucre; par M. N. Basset; nouvelle édition. Paris, libr. du *Dictionnaire des Arts et Manufactures*, 1872; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Hervé-Mangon.)

La vapeur; par A. Guillemin. Paris, Hachette et Cie, 1873; 1 vol. in-12.

Résumé météorologique de l'année 1871 pour Genève et le grand Saint-Bernard; par E. Plantamour. Genève, imp. Ramboz et Schuchardt, 1872; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle*.)

Résumé d'une explication de la carte géologique du département de la Haute-Garonne; par M. A. Leymerie. Paris, imp. Blot, 1872; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*.)

Études sur la sursaturation; par M. Ch. Violette. Paris, Gauthier-Villars; Lille, Quarré, 1867; in-8°.

1872. *Programme de la Société batave de Philosophie expérimentale de Rotterdam*. Sans lieu ni date; br. in-8°.

The Journal of the royal geographical Society; volume the forty-first, 1871. London, John Murray, sans date; 1 vol. in-8°, relié.

Proceedings of the royal geographical Society; vol. XVI, n°s 3 et 4. London, 1872; 2 liv. in-8°.

Quarterly weather Report of the meteorological Office; part I, january-march 1872. London, printed by G. Edward Eyre and W. Spottiswoode, 1872; in-4°.

Memoirs of the royal astronomical Society; part II, vol. XXXIX, 1871-1872. London, published by Society, 1872; in-4°.

Transactions of the Edinburgh geological Society; vol. II, part. I. Edinburgh, printed for the Society, 1872; in-8°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti, dal novembre 1871 all' ottobre 1872; t. I, serie quarta, disp. decima; dal novembre 1872 all' ottobre 1873, t. II, serie quarta, disp. prima. Venezia, tip. Grimaldo, 1871-1873; 2 vol. in-8°.

Dell' urto di una cometa con la Terra, e particolarmente della cometa di Biela, brevi considerazioni del prof. G.-B. Donati. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Intorno alla prima idea delle caldaie tubolari; Nota di G. Vimercati. Firenze, tip. dell' Associazione, 1873; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 27 janvier 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

L'Instruction générale en France. L'observation et l'expérience; par M. E. Blanchard, Membre de l'Institut. Toulouse, imp. de Bonnal et Gibrac. (Extrait de la *Revue des Deux Mondes,* 15 octobre 1871.)

Mémoires et compte rendu des travaux de la Société des ingénieurs civils; 24e année, 3e série, juillet à décembre 1871; janvier à juin 1872. Paris, E. Lacroix, 1871-1872; 4 liv. in-8°.

Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse; 5e année, 1870-1871. Toulouse, imp. de Bonnal et Gibrac, 1870; br. in-8°.

Considérations sur la géologie et le régime des eaux du Sahara algérien; par Ch. Grad. Paris, Ch. Delagrave, 1873; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société de Géographie.*)

Un mot sur le mode d'adhérence des mâles de dytiscides aux femelles pendant l'acte de l'accouplement; par F. Plateau. Gand, 1872; br. in-8°.

Annales de la Société horticole vigneronne et forestière à Troyes; n° 35, septembre à décembre 1872, t. II. Troyes, imp. Dufour-Bouquot, 1872; in-8°.

Note sur la pourriture des racines, maladie de la vigne qui sévit actuellement dans les vignobles des rives du Rhône; par H. MARÈS. Montpellier, typ. Grollier, 1868; br. in-8°. (Renvoyé à la Commission du *Phylloxera*.)

Méthode Depoisson. Propriété des triangles équiangles. Chaumont, imp. Miot-Dadant; br. in-4°.

Mélanges malacologiques; par C. RÉCLUZ. Bordeaux, Coderc, Degréteau et Poujol, 1869; br. in-8°.

Illustrations conchyliologiques, G. Sigaretus, *Sigaret, Lamark; par* C.-A. RÉCLUZ. Sans lieu ni date; in-fol., texte et planches.

Les connaissances actuelles de la Nouvelle-Guinée; par J. GIRARD. Abbeville, imp. Briez, Paillart et Retaux, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société de Géographie*.)

Note sur une formule de M. Botesu, de Jassi (Roumanie); par E. CATALAN. Bruxelles, imp. Hayez; br. in-8°. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*.)

Services mutuels que se rendent la médecine et les sciences dites accessoires; *par* le Dr L. MICÉ. Bordeaux, imp. A. Bellier, 1872; br. in-8°. (Extrait de la *Gazette médicale de Bordeaux*.)

Quarterly weather report of the meteorological Office; part II, aprile-june 1871. London, printed by G.-E. Eyre and W. Spottiswoode, 1873; in-4°.

Le nozze della Filologia e di Mercurio. Novella di Tommaso VALLAURI. Torino, tip. dell' Oratorio di S. Franc. di Sales, 1872; br. in-32.

A. CIALDI. *Leonardo da Vinci, fondatore della dottrina sul moto ondoso del mare.* Roma, Cotta et Comp., 1872; br. in-8°.

Il convegno. Raccoltà mensile di studi critici e notizie; vol. I, fasc. I, gennajo 1873. Milano, tip. A. Bernardoni, 1873; in-8°.

Den danske Gradmaaling, etc., udgivet af C.-G. ANDRAE. Kjobenhavn, 1872; in-4°.

ERRATA

(t. LXXV, 2e semestre de 1872).

Page 1817, dans la 4e figure (cadmium), entre la deuxième et la troisième ligne horizontale, à droite de la figure, *au lieu de* 2, *lisez* 3. — En outre, dans cette même figure, la dernière ligne verticale à droite, entre 61 et 62, ne doit pas être prolongée dans le spectre du chlorure, et la ligne voisine doit être plus longue.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 FÉVRIER 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Mémoire sur les piles électrocapillaires à courant constant;* par M. BECQUEREL. (Extrait.)

« Je n'ai pas cessé de m'occuper des piles à courant constant depuis 1823, époque où l'on n'avait encore aucune des données nécessaires pour leur établissement. Je présentai plusieurs Mémoires à ce sujet à l'Académie des Sciences, et je construisis les premières piles à sulfate de cuivre (1) et à acide nitrique (2), qui me servirent à la reproduction des substances minérales. Le diaphragme poreux était simplement un tampon de kaolin pulvérisé; plus tard, ce tampon a été remplacé par des cylindres en porcelaine demi-cuite et poreuse, qui ont été généralement employés depuis dans les piles à courant constant.

» Lorsque j'eus trouvé le principe des actions électrocapillaires, à l'aide desquels on opère, dans les fissures du corps, la réduction de la plupart des métaux, et l'on produit diverses substances insolubles cristallisées, ana-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XLI; 1829.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. I, p. 455; 1835.

logues à celles que l'on trouve dans la nature, je cherchai à l'appliquer à la construction des couples électrocapillaires à courant constant. Je fis de nombreux essais avant d'atteindre le but que je me proposais, afin d'éviter les contre-courants.

» Le principe fondamental sur lequel reposent les appareils électrocapillaires est la propriété que possèdent les liquides adhérant aux surfaces des corps, dans les espaces capillaires, de conduire l'électricité comme le font les métaux ou autres solides conducteurs en même temps qu'ils sont décomposés. Il résulte de cette propriété que, lorsque deux dissolutions, l'une de nitrate de cuivre, par exemple, l'autre de monosulfure de sodium, se trouvent en contact dans un espace capillaire qui les sépare, tel que la fêlure pratiquée dans un tube de verre, il se produit un courant électrique le long de la paroi, dans une direction telle que la partie de celle-ci en contact avec la dissolution de monosulfure, est l'électrode positive, l'autre l'électrode négative. Cette direction est inverse de celle du courant qui aurait lieu si l'espace n'était pas capillaire et que les deux dissolutions communiquassent ensemble au moyen d'un fil ou d'une lame de platine. Ce renversement du courant joue un des principaux rôles dans les couples électrocapillaires, attendu qu'il diminue considérablement les contre-courants. Dans le couple électrocapillaire, le dépôt de cuivre s'opère sur la paroi de la fissure en contact avec la dissolution de nitrate; le courant produit a une grande énergie, attendu que la résistance qu'il éprouve est très-faible, n'ayant à parcourir qu'une longueur de liquide excessivement courte.

» On a construit deux couples différents, qui donnent des résultats semblables.

» Le premier couple se compose d'une éprouvette en verre, contenant une dissolution concentrée de monosulfure de sodium, dans laquelle plonge un tube fêlé, fermé par en bas à la lampe et rempli d'une dissolution de sulfate ou de nitrate de cuivre; puis un autre tube, fermé par en bas avec un tampon de kaolin et plongeant dans la dissolution de monosulfure. Dans chacune des deux dissolutions métalliques plonge une lame de cuivre, laquelle est mise en communication avec un fil de même métal; il y a deux courants de produits : dans le tube fêlé, le courant électrocapillaire allant de la dissolution métallique à la dissolution de monosulfure; dans le second, le courant prenant naissance dans le tampon pendant la réaction du nitrate sur le monosulfure, suit la même direction que le premier et renforce l'action réductive du courant électrocapil-

laire produit dans la fêlure. L'extrémité de la lame de cuivre qui se trouve dans le tube tamponné est le pôle négatif où se dépose du cuivre; l'extrémité de l'autre lame est le pôle positif qui, en s'oxydant, rend le courant constant, quand les dissolutions sont maintenues au maximum de concentration. En réunissant plusieurs couples semblables par les pôles de nom contraire, on forme une pile électrocapillaire; avec trois ou quatre couples on décompose l'eau au moyen de deux lames de platine. On a étudié ensuite les propriétés de cette pile.

» On considère dans une pile la force électromotrice et la résistance; pour la détermination de la force électromotrice, on a fait usage de la pile zinc amalgamé et sulfate de zinc, cadmium et sulfate de cadmium. On a trouvé, en prenant pour unité la force électromotrice de ce couple, que celle du couple à acide nitrique est sensiblement égale à 5 fois celle-ci, celle du couple à sulfate de cuivre 3 fois, enfin la force électromotrice du couple électrocapillaire à $2\frac{1}{4}$ fois; de sorte que ces trois forces sont à peu près dans le rapport de 20, 12, 9; ainsi la force électromotrice du couple électrocapillaire est les $\frac{3}{4}$ de celle d'un couple à sulfate de cuivre et près de moitié de celle d'un couple à acide nitrique.

» On a disposé comme il suit le second couple, qui est plus simple que le précédent, et qui a l'avantage de mettre en évidence les causes de l'électricité produite dans les diverses parties dont il est formé. On prend une éprouvette en verre remplie d'une dissolution saturée de nitrate de cuivre, dans laquelle on introduit un tube fêlé contenant une dissolution de monosulfure alcalin, et dans celle-ci un tube tamponné rempli également d'une dissolution de nitrate de cuivre; on applique ensuite sur la fissure extérieure du tube fêlé une bande très-mince et très-étroite de cuivre, percée çà et là de petites ouvertures vis-à-vis de la fêlure, afin de faciliter l'arrivée de la dissolution de nitrate sur la paroi. Cette lame est assujettie sur la surface du tube avec un fil de même métal enroulé en spirale. On introduit, dans le tube tamponné, une lame de cuivre que l'on met en communication avec le fil de même métal qui entoure la lame mince de cuivre; aussitôt qu'il s'est déposé du cuivre dans la fêlure par l'action électrocapillaire, et qu'il se trouve en contact avec l'enveloppe, il n'existe plus alors dans l'appareil qu'un arc métallique parcouru par le courant produit dans le tube tamponné, résultant de la réaction du nitrate sur le monosulfure par l'intermédiaire du tampon de kaolin; les deux extrémités de l'arc métallique se recouvrent de cuivre métallique réduit, et cepen-

dant, si l'on fait passer le courant dans un galvanomètre, on voit que les deux extrémités de l'arc métallique recouvertes de cuivre fournissent au courant, l'une l'électricité positive, l'autre l'électricité négative. L'électrode positive est le bout de la lame qui plonge dans ce tube tamponné, et l'électrode négative l'extrémité du dépôt de cuivre de la fêlure, qui est en contact avec le monosulfure. Ce dernier réagit sur le métal, d'où résulte du sulfure de cuivre, qui est immédiatement décomposé par le courant électrocapillaire, avec dépôt de cuivre qui s'accroît de plus en plus, en formant de petites protubérances; la lame et le fil de cuivre se recouvrent également de cuivre, parce qu'ils sont en contact avec le cuivre de la fêlure ou plutôt n'en sont que le prolongement. Il résulte de là que l'on n'aperçoit pas où est l'électrode positive. Lors de la décomposition électrocapillaire du sulfure de cuivre, le soufre se rend dans la dissolution de monosulfure, où il forme un polysulfure reconnaissable à sa couleur jaune; par suite de cette réaction, le cuivre de la fissure et de la lame constitue le pôle négatif du couple électrocapillaire. Dans le couple que l'on vient de décrire, il n'y a courant produit que lorsqu'il y a un dépôt de cuivre dans la fissure; l'autre courant est donc pour ainsi dire indépendant du premier.

» Les effets, produits dans les couples dont on vient de donner la description, s'expliquent facilement comme il suit :

» Les parois de la fissure étant conductrices de l'électricité, le courant qui sort du tube tamponné entre dans la fissure par la dissolution de monosulfure et en sort par celle de nitrate; or l'entrée de la fissure étant l'électrode positive, la sortie sera l'électrode négative; cette direction est précisément celle du courant électrocapillaire, dont l'action se trouve ainsi augmentée; il ne reste donc plus que le courant du tube tamponné qui manifeste toute son action au galvanomètre, du moins la plus grande partie, comme on l'a constaté; l'intensité étant la même dans les deux, le dépôt de cuivre devient plus abondant par suite du renforcement qu'éprouve le courant électrocapillaire de la part du tube tamponné.

» D'après ce qui précède, on voit que, dans les couples électrocapillaires, il n'existe que des lames et des fils de cuivre servant à établir la communication entre les diverses parties dont ils se composent et qui pourraient être remplacés par des conducteurs en charbon. La production de l'électricité, et par suite celle du courant, sont dues à la réaction du nitrate de cuivre sur le monosulfure dans le tampon, et à celle du monosulfure sur le

cuivre déposé dans la fissure donnant lieu à la production d'un sulfure de cuivre qui est décomposé immédiatement par le courant électrocapillaire qui suit la même direction que le premier, à cause de son renversement. Tous les effets dont on vient de parler cessent quand la fissure n'est plus capillaire, c'est-à-dire lorsque le cuivre qui s'y est déposé l'a élargie; dans ce cas, on a deux courants en sens inverse qui se détruisent.

» Je décris ensuite un autre couple électrocapillaire, doué d'une assez grande énergie et produisant en même temps des sulfures métalliques cristallisés, notamment les sulfures d'argent, de cuivre, d'antimoine, de plomb, etc., et d'autres composés. Ce couple est formé d'une éprouvette contenant également une dissolution de monosulfure de sodium, dans laquelle plongent deux tubes non fêlés, ouverts par les deux bouts, dont l'un est tamponné avec du kaolin et renfermant une dissolution de nitrate de cuivre et une lame de même métal, de platine ou de charbon; l'autre est également tamponné par le bout inférieur, mais avec une bande de papier enroulée, très-serrée, autour d'un cylindre moitié cuivre, moitié d'un métal attaquable par le monosulfure; la partie cuivre est dans l'intérieur du tube et plonge dans le nitrate, l'autre partie métallique dans le monosulfure; la lame de cuivre du tube tamponné et la partie du cylindre de même métal sont mises en communication avec un fil de métal quelconque.

» D'après ces dispositions, le couple produit deux courants dirigés dans le même sens et dont les effets par conséquent s'ajoutent : le premier prend naissance dans le tampon de kaolin, il entre dans la lame de cuivre placée au-dessus, qui est l'électrode négative, puis dans le cylindre mixte, dont le bout inférieur, qui plonge dans le monosulfure, est l'électrode positive. C'est là où est la seconde source d'électricité : le courant qu'elle produit se comporte, en partie, comme courant électrocapillaire, en partie comme un courant ordinaire agissant dans le même sens que le premier. Le courant électrocapillaire exerce son action chimique dans le tampon de papier très-serré, au milieu duquel se trouve les points de jonction des deux cylindres. La partie du tampon située du côté du nitrate se remplit de cuivre réduit, tandis que l'autre et le cylindre plongeant dans le monosulfure se couvrent de cristaux de sulfure métallique.

» Les couples formés ainsi peuvent constituer des piles comme les autres couples précédemment décrits. Le couple électrocapillaire qu'on dispose dans ce moment et qui permet de diminuer la résistance, est composé comme

il suit : on prend sept couples simples entourés chacun d'une lame mince de cuivre; on en groupe six autour d'un couple simple, de manière que toutes les garnitures de cuivre soient en contact et forment système. Ces sept couples sont introduits dans un bocal contenant une dissolution de nitrate de cuivre. On met ensuite en communication tous les conducteurs de même métal qui entourent extérieurement les tubes fêlés remplis d'une dissolution de monosulfure alcalin. On adapte ensuite à l'enveloppe extérieure de tous les couples un fil métallique; ce fil prend au couple l'électricité négative, et le fil central, auquel viennent aboutir les fils métalliques des tubes tamponnés, l'électricité positive. Je n'ai pas encore expérimenté avec cette pile.

» Les piles ainsi établies, bien que la force électromotrice de chaque couple soit les trois quarts de celle du couple à sulfate de cuivre, présentent une si grande résistance, qu'il vaut mieux réunir les couples en quantité qu'en tension. On trouve alors que la quantité d'action chimique est plus grande; on diminue encore la résistance en pratiquant dans le tube, premier modèle, plusieurs fêlures Les fêlures ne peuvent être remplacées par des diaphragmes poreux comme ceux en usage, attendu qu'ils ne sont pas assez capillaires, ou du moins ne le sont pas partout, car on ne trouve du cuivre précipité que par plaques; il en résulte que l'on a dans le diaphragme des courants dirigés en sens contraire, dont les actions peuvent se détruire.

» Les couples, premier modèle, fonctionnent sans la présence d'un métal oxydable et n'exigent que la présence de deux liquides différents séparés par des espaces capillaires, et dont l'un contient un oxyde réductible, et l'autre des composés oxydables. On conçoit, d'après cela, que de semblables dispositions existent dans les corps organisés; les faits dont il vient d'être question peuvent donc intéresser la Physiologie.

» Dans un prochain Mémoire, j'entrerai dans de nouveaux détails sur les piles électrocapillaires pour augmenter leur énergie. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les protubérances et les taches solaires;* Lettre du P. SECCHI à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, 24 janvier 1873.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résumé des observations des protubérances solaires, faites pendant les quatre derniers mois, du

13 août à la fin de l'année 1872. Les tableaux qui suivent résument ces résultats, qui forment comme un spécimen de l'étude qu'on peut appeler *Météorologie solaire*. Les conclusions qui résultent de ces tableaux ne sont pas très-notablement différentes de celles des quatre mois; mais, dans cette dernière période, les protubérances aux pôles ont été extrêmement rares, et celles qui se sont présentées ont été toujours très-faibles. Leur nombre total est moindre, quoiqu'il porte sur une rotation de plus : 5 rotations ont donné 797 protubérances, tandis que les quatre précédentes en avaient donné 1044.

» Cette période de diminution dans le nombre des protubérances coïncide avec une diminution dans le nombre des taches; la comparaison de la marche de ces deux phénomènes sera l'objet d'une autre Communication. Dans cette période de calme, les jets franchement inclinés, dans la direction des courants régnant dans la chromosphère et au-dessus, ont été moins nombreux, et nous en avons remarqué un grand nombre accouplés, inclinés en sens contraire. Cependant le nombre des jets tournés vers les pôles a été de 292, celui des jets inclinés en sens contraire a été de 89 seulement; les couples doublement opposés ont été au nombre de 46. Il est bon de remarquer que le plus grand nombre des jets contraires à la direction polaire se sont présentés entre zéro et 30 degrés de latitude héliocentrique. Au delà de 30 degrés, les jets sont presque exclusivement tournés vers les pôles; et il est remarquable que la direction de ces jets est souvent opposée à celle des filets inférieurs de la chromosphère, quoique, en général, la chromosphère suive la même loi de convergence vers les pôles.

» Pendant la durée de ces recherches, j'ai constamment porté mon attention sur la relation qui lie les taches aux protubérances : je suis parvenu à des conclusions qui me paraissent intéressantes, et que je vais résumer en peu de mots.

» Dès le commencement des recherches spectroscopiques, je suis arrivé, avec les autres spectroscopistes, aux conclusions suivantes : 1° les régions des facules et des taches sont les plus riches en protubérances; 2° il y a deux espèces de protubérances, les unes faibles et légères, épanouies comme nos cirrhus légers dans l'atmosphère, les autres plus denses, plus compactes, plus vives, ayant une structure filaire et des caractères optiques particuliers; 3° l'analyse spectrale de ces dernières nous a montré que leur spectre est très-compliqué, et qu'elles renferment plusieurs sub-

stances différentes, tandis que les autres ne présentent que les raies hydrogéniques et la raie D_3.

» Or une attention soutenue, pendant deux années d'observations consécutives, vient de me convaincre que c'est précisément à ces protubérances, plus vives et à spectre compliqué, que se lient l'existence et la formation des taches. Deux phénomènes bien constatés et très-généraux viennent confirmer cette conclusion : 1° quoique les protubérances hydrogéniques se présentent sur tout le contour du disque, cependant les taches sont bornées à une région déterminée; d'où il résulte qu'une éruption hydrogénique n'est pas capable de produire une tache; 2° les éruptions à spectre vif et à raies multiples métalliques sont bornées aux latitudes des taches. Ces deux faits généraux m'ont fait pressentir que la cause des taches est reliée à la constitution spectrale des protubérances. Alors j'ai remarqué soigneusement toutes les éruptions ayant ce caractère que, pour abréger, j'appellerai *métallique*, et j'ai trouvé que, toutes les fois qu'on observait à l'orient du bord solaire une de ces éruptions, on découvrait une tache visible le jour suivant. Cette liaison est si réelle que j'ai pu, pendant ces derniers mois, prédire l'apparition d'une tache par la simple inspection de la qualité du spectre et de l'éruption. Les cinq rotations dont je présente le résumé m'ont fourni, à elles seules, vingt-quatre de ces exemples. Ensuite, en reprenant l'examen de mes observations antérieures, j'ai trouvé une centaine de vérifications pareilles.

» Du reste, il n'est même pas nécessaire d'examiner le spectre de l'éruption : il y a des caractères physiques qui sont presque équivalents. C'est d'abord une grande vivacité de lumière dans les jets. La raie C de l'hydrogène prend un ton très-foncé et singulier. Les flammes sont très-denses, terminées en pointes aiguës et très-souvent droites; si elles sont repliées, elles sont très-instables et changent d'un instant à l'autre. La position de la raie C est déviée, par changement de réfrangibilité. La hauteur du jet est ordinairement considérable, mais cela n'est pas caractéristique; très-souvent les jets sont bas, mais très-nettement terminés, sans diffusion ni panaches.

» L'analyse spectrale a déjà signalé un grand nombre de substances dans les jets de cette espèce; les plus ordinaires sont le magnésium, le fer, le sodium, le calcium, la substance de la couronne, qui donne la raie 1474 et un grand nombre de *persiennes* dues à des substances inconnues, et non encore bien examinées. Il est entendu que l'hydrogène et la raie D_3 ne man-

quent jamais. Souvent on trouve ces deux raies entre B et C, et entre B et A, qui sont notées 1 et 2 par M. Young, dans son dernier catalogue. Les autres substances sont plus rares. Dernièrement M. Young y a constaté le calcium, par le renversement des raies H′ et H″.

» Or, si nous comparons ce spectre à celui que nous observons dans l'intérieur des taches, au milieu du disque solaire, nous trouverons que le sodium, le magnésium, le fer, le calcium sont les métaux qui forment la plus grande partie des vapeurs remplissant la tache. Le calcium y est même très-abondant, comme je l'ai signalé en 1869, et on peut le suivre jusqu'aux bords de la pénombre, à une grande distance du noyau. M. Young a confirmé dernièrement cette observation, d'une manière différente de celle que j'avais employée en 1869 (1).

» De ce rapprochement, il résulte que le spectre des protubérances métalliques n'est que le spectre de la tache, lequel paraît au bord solaire avec les raies directes, tandis que sur le disque nous le voyons avec les raies renversées. Si quelque métal, comme le calcium, est plus difficile à voir directement, cela dépend des circonstances de l'atmosphère ou des instruments qui rendent la détermination des raies plus ou moins facile : il peut se faire que nous ayons, dans quelques cas, la répétition du phénomène contraire de la raie D, qui ne présente pas de raie renversée noire.

» La conclusion de tout ce que nous venons de dire est donc manifeste. Les taches sont produites par l'éruption, de l'intérieur à l'extérieur, de masses des vapeurs métalliques que je viens d'indiquer. La grande élévation et les paraboles gigantesques ne sont pas nécessaires; il suffit que la masse affleure et dépasse la photosphère. Ces masses restent alors suspendues et flottantes dans la photosphère elle-même, comme des îles (je ne dis pas des nuages), mais comme des îles partiellement ou complétement enfoncées jusqu'au niveau de la photosphère; elles produisent alors l'effet de cavités, dans cette couche brillante. Du reste, la disposition même de nuages suspendus à un niveau supérieur n'est pas impossible à concevoir, surtout au moment de l'éruption qui soulève quelquefois les

(1) Je dois avertir ici que c'est par erreur que M. Schellen et moi nous avons traduit la notation H par l'hydrogène, dans les premières nouvelles envoyées sur l'expédition de M. Young au mont Sherman. Les lettres H′ n'indiquaient que les raies H du spectre appartenant au calcium. (*Voir* ma Communication de septembre dernier, dans les *Comptes rendus*.)

masses à une grande hauteur. Ces masses sont naturellement un peu refroidies et deviennent ainsi plus absorbantes. Mais, avec le temps, la masse photosphérique environnante les envahit, en s'y mélangeant par courants, les dissolvant et les faisant enfin disparaître. Alors la tache entre dans sa période de dissolution, et si pendant ce temps elle arrive au bord, elle ne doit plus montrer de jets vifs ni de masses brillantes, mais tout au plus de petites flammes, qui se produiront sur le contour, là où se fait le mélange de la masse photosphérique avec la masse plus froide et plus dense. C'est ce que montre bien l'observation, car les taches nucléaires calmes ne donnent presque jamais de jets lorsqu'elles arrivent au bord solaire. Ainsi, chaque éruption métallique produit une tache, mais on ne peut pas dire que toute tache soit surmontée par une éruption. Celle-ci cesse après un certain temps, ne laissant plus que les gaz obscurs.

» Il reste encore des détails à éclaircir, quant à l'application de ces principes; mais cela viendra avec le temps. L'observation prouve que les jets les plus vifs se présentent aux bords de la tache et sur les facules; mais cela n'empêche pas que le centre même en soit quelquefois pourvu, et que les jets, surtout ceux de l'hydrogène, flottent sur la région occupée par les vapeurs obscures. La forme arrondie de la tache ne dépend que de la manière dont la masse environnante tend à fermer l'ouverture après que l'éruption a cessé, et, en effet, au commencement, ces grandes taches, qui paraissent tout à coup, sont toujours irrégulières. Certaines circonstances particulières peuvent maintenir l'ouverture béante pendant longtemps, et faciliter le renouvellement de l'éruption. La confluence de la matière vers le centre de la tache doit tendre à produire un mouvement rotatoire; mais, à cause de la petite différence de grandeur des parallèles dont provient la matière, cette cause ne doit pas avoir une grande influence : la cause principale des mouvements en spirale des taches est plutôt dans la combinaison des éruptions dont elles proviennent. Ces mouvements spiraux et ces taches tournantes sont d'ailleurs bien rares, plus rares qu'on ne croit, et l'on ne peut nullement appliquer la théorie des cyclones à la formation de toutes ces taches. Je regrette ici que ma conviction, puisée dans la pratique, m'oblige à être d'un avis différent de celui de notre éminent collègue M. Faye, qui n'aurait peut-être pas émis sa théorie, d'une manière générale et absolue, s'il avait fait un dénombrement relatif des taches tournantes par rapport aux autres; il aurait vu

qu'il est rare d'en trouver cinq ou six, *bien constatées*, dans une année. Je dis bien constatées, car il est possible que les changements réels, dus à d'autres causes, produisent un mouvement tournant, ayant une autre origine. En tout cas, même en admettant ce tourbillon, il faudrait toujours trouver une cause déterminante, laquelle, comme je viens de le dire, ne peut être que l'éruption s'effectuant de l'intérieur à l'extérieur, éruption qu'on ne peut se refuser à admettre sans renier le témoignage de ses propres yeux.

» Quant à l'hydrogène, ce gaz atteint des hauteurs incomparablement plus grandes que les autres vapeurs, et il est manifeste que, après la première explosion centrale, il se trouve comme latéralement repoussé par la présence des autres vapeurs, ce qui contribue à donner au siége de l'éruption l'aspect d'un cratère à protubérances relevées tout autour. L'éruption elle-même, refoulant latéralement la photosphère, y produit un désordre auquel est due l'agitation qu'on observe et les facules qui environnent les taches. L'éruption centrale est souvent accompagnée d'autres éruptions latérales nombreuses, qui se distribuent en cercle autour d'elle, et apparaissent comme des flammes environnant la région de la tache.

» Telle est la connexion que la spectroscopie a révélée, entre les éruptions et les taches, connexion qui explique une multitude de détails dont les anciennes hypothèses ne pouvaient rendre compte. Il serait impossible de rapporter ici toutes les observations partielles qui constituent la base de cette théorie; elles feront partie d'un travail plus étendu, qui sera publié dans les *Atti dell' Acc. pont. di N. Lincei*.

TABLEAU A. — *Date et jours d'observations.*

Numeros des rotations.	Commencement de la rotation (1872).	Nombre de jours d'observations.	Nombre de protubérances observees.	Nombre total pour les jours d'observations.	Aire moyenne des protuberances.
XVIII.....	13 août....	25	299	12,0	31,7
XIX......	9 septemb.	15	142	9,9	33,4
XX.......	7 octobre.	12	124	10,3	34,0
XXI......	5 novemb.	11	121	11,6	18,0
XXII.....	4 décemb.	8	110	13,7	37,8
Total..................		71	797	0,00	00,0

Tableau B. — *Distribution des protubérances par latitudes.*

Rotations.	Hémisphère nord.									Hémisphère sud.								
	90° à 80°	80° à 70°	70° à 60°	60° à 50°	50° à 40°	40° à 30°	30° à 20°	20° à 10°	10° à 0°	0° à 10°	10° à 20°	20° à 30°	30° à 40°	40° à 50°	50° à 60°	60° à 70°	70° à 80°	80° à 90°
Nombre des protubérances.																		
Rotat. XVIII.	2	2	4	16	10	26	30	27	23	23	30	25	27	26	13	″	2	3
» XIX.	″	1	″	6	7	15	15	12	12	11	14	11	13	14	9	2	″	1
» XX..	″	2	″	5	11	8	12	12	15	10	12	17	11	9	3	1	″	1
» XXI..	2	3	1	7	5	10	11	8	15	10	12	15	11	11	7	1	3	″
» XXII.	″	″	1	4	6	10	10	8	8	10	9	11	9	10	8	2	1	″
Totaux...	4	8	6	38	39	49	78	67	74	64	77	77	71	40	6	6	6	5
Nombre des protubérances de hauteur supérieure à 5 unités ou 40 secondes.																		
Rotat. XVIII.	″	″	″	5	14	19	19	14	14	13	18	14	16	11	1	1	″	″
» XIX..	″	″	″	2	6	9	8	6	7	4	6	9	8	8	4	″	″	″
» XX...	″	″	″	1	4	5	6	7	6	6	8	9	8	3	3	″	″	″
» XXI..	″	″	″	2	1	4	5	8	6	5	6	8	8	7	1	″	″	″
» XXII.	″	″	″	2	2	5	6	6	2	4	5	7	5	5	2	″	″	″
Totaux...		″	″	12	27	42	44	41	34	32	44	47	45	34	11	1	″	″
Hauteur moyenne des protubérances.																		
Rotat. XVIII.	1,5	3,0	3,6	4,5	5,8	5,5	5,4	5,1	4,8	5,0	5,9	5,5	6,4	5,5	4,5	″	2,3	3,5
» XIX...	″	1,5	″	4,3	11,8	6,8	4,7	4,8	5,3	4,6	4,9	6,1	5,4	5,6	5,0	2,0	″	2,0
» XX...	″	3,5	″	6,5	5,1	6,4	4,9	6,7	5,4	4,7	5,4	5,6	5,8	4,3	3,2	2,0	″	2,0
» XXI..	3,5	1,5	2,0	4,7	3,4	5,1	5,6	5,2	5,7	5,4	5,9	6,0	5,8	5,4	3,6	1,5	1,5	″
» XXII.	″	″	1,5	4,5	6,3	5,2	6,4	5,7	4,8	4,5	7,5	6,0	5,7	5,0	4,0	3,5	3,3	″
Moyennes..	1,7	2,7	2,4	4,9	6,3	5,8	5,4	5,5	5,2	4,8	5,9	5,8	5,8	4,1	4,1	2,2	2,4	2,5
Largeur moyenne des protubérances.																		
Rotat. XVIII.	5,0	7,0	5,8	7,4	7,2	6,7	6,7	6,9	6,3	5,6	7,2	7,1	6,6	6,6	4,2	″	4,0	7,0
» XIX..	″	3,0	″	7,0	4,9	7,0	5,6	7,5	7,8	6,8	6,1	7,6	4,9	6,3	4,7	2,0	″	1,5
» XX...	″	6,5	″	2,0	5,1	8,8	7,7	8,3	5,7	6,9	7,2	6,6	8,9	7,0	4,0	2,5	″	2,0
» XXI..	1,0	5,3	6,0	5,8	3,3	7,9	7,5	9,2	6,4	7,2	8,2	7,7	8,1	8,2	5,5	5,0	4,0	″
» XXII.	″	″	5,0	7,0	6,1	6,3	6,8	5,4	6,7	7,9	7,1	7,3	6,3	6,2	7,3	7,0	5,5	″
Moyennes.	3,0	5,4	5,6	5,8	5,3	7,3	6,9	7,7	6,5	6,9	7,2	7,3	6,9	6,9	5,1	4,1	4,5	3,5
Aire moyenne des protubérances.																		
Rotat. XVIII.	4	13	23	29	44	41	34	38	28	38	45	41	47	41	18	″	9	19
» XIX..	″	18	″	26	58	51	31	36	42	35	34	61	29	37	25	16	″	12
» XX...	″	11	″	9	32	57	38	52	27	36	35	36	42	32	63	20	″	20
» XXI..	8	21	8	26	46	42	41	49	36	40	37	46	61	57	22	22	30	24
» XXII..	″	″	30	33	42	23	48	25	39	36	46	45	34	30	29	23	6	″
Moyennes.	6	16	20	25	42	43	38	40	34	37	39	46	43	39	31	19	15	15
Étendue des facules.																		
Rotat. XVIII.	″	″	″	8,0	3,8	3,8	6,8	6,5	7,1	5,8	8,0	*6,7	6,1	9,5	4,5	5,3	4,0	5,0
» XIX..	″	″	″	″	4,0	5,3	6,7	6,1	7,6	6,0	8,3	7,0	6,0	5,0	4,0	″	″	″
» XX..	″	″	″	″	3,0	7,0	8,5	6,8	6,9	6,5	8,6	8,6	7,5	8,6	8,2	10,0	3,5	″
» XXI..	″	″	″	″	5,2	7,1	8,3	7,8	6,1	6,2	8,0	5,7	7,0	5,0	″	″	″	″
» XXII.	″	″	″	″	2,8	7,3	8,1	4,6	3,0	7,1	8,2	7,3	5,3	8,0	″	″	″	″
Moyennes.	″	″	″	8,0	3,9	6,1	7,9	6,3	6,1	6,3	8,2	7,1	6,3	7,2	5,5	7,6	3,7	5,0
Nombre des facules.																		
Rotat. XVIII.	″	″	″	2	6	22	33	38	30	31	40	36	24	13	9	3	2	1
» XIX..	″	″	″	″	1	4	7	27	26	23	27	26	18	8	2	″	″	″
» XX...	″	″	″	″	1	8	12	17	15	18	20	18	6	7	4	2	2	″
» XXI...	″	″	″	″	4	12	15	18	12	18	20	14	6	1	″	″	″	″
» XXII..	″	″	″	″	3	8	12	12	11	14	13	10	7	4	″	″	″	″
Totaux...	″	″	″	2	15	59	79	112	94	104	120	104	61	33	15	5	4	1

» *Conclusions générales.* — 1° La plus grande élévation se produit entre les parallèles de 20 à 30 degrés des deux hémisphères. 2° L'activité est un peu plus grande dans l'hémisphère sud. 3° Aux pôles, tranquillité presque absolue. 4° Minimum relatif sur l'équateur. 5° Augmentation progressive de l'aire moyenne des protubérances. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Plumey pour l'année 1872. (Navigation à vapeur.)

MM. Pâris, Dupuy de Lôme, Morin, Phillips, Tresca réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Jurien de la Gravière, Rolland.

RAPPORTS.

HYGIÈNE. — *Rapport sur un Mémoire présenté à l'Académie des Sciences par M.* Bertin, *Ingénieur de la Marine, et ayant pour titre : « Étude sur la ventilation d'un transport-écurie »* (1).

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, Bouley, Morin rapporteur.)

« Si le renouvellement de l'air est une nécessité pour tous les lieux habités, où l'on veut entretenir la salubrité, il est encore plus impérieusement commandé à bord des vaisseaux, et surtout dans ceux qui sont destinés au transport d'effectifs considérables de troupes et de chevaux vers des régions lointaines et des climats chauds. Les paquebots à vapeur, qui sillonnent l'Océan et les mers de l'Inde, malgré tout le confortable et le luxe de leur installation, n'ont pas échappé à cette nécessité, et les compagnies qui dirigent ces services ont déjà appliqué, depuis plusieurs années, des procédés simples et rationnels analogues à ceux qui sont employés avec succès à terre pour l'assainissement des lieux habités.

» Il convient de rappeler que, dès l'année 1836, bien avant les expédi-

(1) L'Académie a décidé que ce Rapport, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait inséré en entier aux *Comptes rendus*.



tions lointaines qui ont rendu indispensable l'étude plus approfondie de la qnestion, on avait cherché à améliorer l'état sanitaire des bâtiments de transport de la marine militaire par l'emploi de ventilateurs mus à bras et disposés au-dessus des écoutilles qui règnent dans la longueur des bâtiments.

» Pour augmenter l'effet peu satisfaisant qu'on en avait obtenu, on avait ensuite combiné l'action d'un de ces ventilateurs, qui mettait en mouvement 7000 mètres cubes d'air par heure, avec des conduits de distribution qui introduisaient cet air dans les entre-ponts inférieurs, près de la tête des chevaux. Mais, si cette ventilation insuffisante apporta dans l'état des choses une légère amélioration, qui fut remarquée sur le transport *le Finistère*, elle ne déterminait ni le renouvellement complet de l'air, ni l'assainissement de toutes les parties infectées.

» En 1855, les résultats fâcheux observés lors de la campagne de Crimée, pour laquelle la plupart des transports de chevaux avaient été faits cependant sur des navires du commerce qui n'en recevaient chacun qu'un petit nombre dans des entre-ponts ou des cales passablement aérés, avaient déjà appelé sérieusement l'attention du Ministre de la Guerre, et la Commission d'Hygiène hippique avait été consultée sur les moyens d'échapper aux inconvénients signalés (1).

» L'un des membres les plus expérimentés de cette Commission, Renault, notre ancien et regretté confrère, déclarait : « que la question de » l'espace alloué à chaque animal n'était que secondaire à ses yeux, pourvu » cependant que l'animal pût s'y loger sans être exposé à de graves contu- » sions; l'essentiel, disait-il, est de faire arriver dans les écuries le plus » d'air possible, persuadé qu'il était et qu'on devait être que plus, dans » ces habitations, il y aura d'air respirable, moins fréquents seront les » accidents dont on se plaint avec raison. »

» On voit que Renault demandait, pour les animaux, ce qu'à la même époque Baudens ne cessait de réclamer pour les hôpitaux militaires de l'armée d'Orient, de l'air, de l'air et toujours de l'air.

» Les expéditions lointaines, comme celles du Mexique, de la Chine et de la Cochinchine, ont en effet constaté avec une telle évidence les déplorables conséquences de l'absence, parfois complète, du renouvellement d'air à bord des bâtiments plus spécialement destinés au transport des troupes et surtout des chevaux, que l'administration a dû se préoccuper

(1) Procès-verbal de la séance de la Commission d'Hygiène hippique, du 20 avril 1855.

plus sérieusement que jamais d'une nécessité qui ne s'était pas présentée au même degré dans les expéditions antérieures, alors qu'on se servait, à cet effet, de bâtiments de petite capacité ne recevant qu'un petit nombre d'animaux dans un seul entre-pont.

» Lors de celle du Mexique, trois batteries, l'une d'artillerie de terre, la deuxième d'artillerie de la marine et la troisième d'artillerie de montagne, furent embarquées, le 28 janvier, à Cherbourg, sur *l'Amazone*, frégate à vapeur; 150 à 160 chevaux ont été placés dans l'entre-pont. Le capitaine d'artillerie de terre avait avec lui un vétérinaire très-capable et un personnel très-dévoué. Des pompes installées à bord permettaient de laver les chevaux et le plancher. Malgré ces soins, l'air, surtout sous les tropiques, fut bientôt vicié au point de répandre des miasmes infects dans toutes les parties du navire.

» Du 28 janvier au 12 février, jour d'arrivée à Santa-Cruz de Ténériffe, c'est-à-dire après 15 jours d'embarquement, il y eut 29 chevaux morts.

» Du 18 février, jour du départ de Santa-Cruz, au 9 mars, jour d'arrivée à la Martinique, c'est-à-dire en 19 jours, il y eut 21 chevaux morts.

» Les pertes se sont donc élevées à 50 chevaux sur 150 à 160, soit environ 30 pour 100.

» Un autre officier d'artillerie, qui a fait partie des deux expéditions de Chine et de Cochinchine, s'exprime en ces termes, au sujet de ces transports :

« Les installations que j'ai vues étaient toutes très-mauvaises; les trois défauts les plus saillants sont les suivants :

» 1° Manque d'air et impossibilité d'aérer avec les moyens en usage, qui sont les manches à vent;

» 2° Extrême difficulté, pour ne pas dire impossibilité, de nettoyer l'entre-pont où étaient les chevaux;

» 3° Grande difficulté pour les animaux de se tenir debout, même par un beau temps.

» Les traversées de Shangaï à Saïgon duraient 20 à 25 jours. Il y a eu de nombreux cas de congestions provenant du manque d'air et de l'odeur suffocante qui régnait dans l'entre-pont. L'agglomération de nombreux animaux dans un espace restreint constituait une atmosphère insupportable et presque intolérable. Les gardes d'écurie étaient relevés toutes les deux heures, et l'on avait de la peine à les maintenir à leur poste. »

» Nous achèverons de donner une idée des graves difficultés que présente l'aménagement des bâtiments spécialement destinés à ces transports, en prenant pour exemple *le Calvados*, dont l'installation, l'une des plus complètes qui aient été établies, est décrite dans les termes suivants par M. l'Ingénieur de la Marine Bertin :

» Dans ce bâtiment, les logements et les écuries occupent trois entreponts; la batterie haute, la batterie basse et la plate-forme; ce dernier espace ne règne qu'aux extrémités du navire; il est interrompu dans la partie centrale par la chambre des chaudières et de la machine, dans le voisinage desquelles l'expérience a montré que la chaleur était trop dangereuse pour les animaux. La batterie haute est consacrée au logement du commandant, de l'état-major, de l'équipage; elle contient, en outre, des stalles pour 84 chevaux. Elle est bien et suffisamment aérée par les écoutilles et par les sabords, habituellement tenus ouverts à la mer.

» La batterie basse, dont les sabords sont souvent fermés à cause de leur peu de hauteur au-dessus de la flottaison, est disposée pour loger 148 chevaux, placés dans deux files de stalles à tribord et à babord. Au centre règne une allée longitudinale aérée par quelques écoutilles et qui sert de poste de couchage à des passagers. Elle est d'un séjour malsain et souvent dangereux, même pour des hommes. M. Bertin en cite un triste exemple relatif au transport *la Garonne*, navire identique au *Calvados*, dans une traversée de Suez à Saïgon, en 1862, pendant laquelle sont morts, par asphyxie, quatre passagers, dont un officier de vaisseau, un aide-commissaire de la marine et une sœur de charité.

» La plate-forme renferme des stalles pour 76 chevaux. Elle n'a pas de sabords, très-peu d'écoutilles; il n'y pénètre ni air ni lumière; aussi les chevaux y meurent en grand nombre dans les longs voyages vers les pays chauds.

» *Dispositions adoptées.* — Pour rendre plus salubre l'intérieur de ce bâtiment, il y avait donc à ventiler deux entre-ponts :

» 1° La batterie basse, dont la capacité est de 1550 mètres cubes, destinée à 148 chevaux, et leur offrant $\frac{1550}{148} = 10^{mc},40$ d'espace par cheval.

» 2° La plate-forme, destinée à 76 chevaux, ne leur offrant que $\frac{650^{mc}}{76} = 8^{mc},55$ d'espace par cheval.

» Il convient de faire remarquer que, dans les écuries de l'armée de terre, dont les portes et les fenêtres doivent, d'après les règlements, être presque constamment ouvertes, on alloue, pour des chevaux qui sortent tous les jours au grand air, 50 mètres cubes d'espace par animal.

» On conçoit que les difficultés d'installation aient obligé à restreindre, autant qu'on l'a fait, l'espace affecté à chaque cheval; mais la nécessité d'obvier aux inconvénients qui devaient résulter de cette exiguïté n'a pas

tardé à se faire sentir. Aussi, après les tristes résultats observés à la suite de premières expéditions lointaines de troupes et de chevaux, l'administration de la Marine s'est-elle sérieusement préoccupée de mettre à l'étude, en 1865, la question de la ventilation des transports-écuries.

» Un projet, préparé par M. Bertin, Ingénieur de la Marine, avait été approuvé dès le 13 août 1866; mais l'exécution, qui en avait été ordonnée à cette époque, n'a pu être terminée qu'en 1872.

» Dans ce projet, l'auteur, en se basant sur les résultats d'observations obtenus par l'un de nous dans les écuries de la Société générale des Omnibus, avait d'abord admis, avec lui, que le volume d'air à renouveler par tête d'animal devait être de 180 à 200 mètres cubes par heure; mais l'exiguïté des espaces dont il pouvait disposer l'a conduit, plus tard, dans le projet tel qu'il a été exécuté, à limiter dans ses calculs des proportions ce volume à 150 mètres cubes par tête et par heure; ce qui, pour 224 chevaux logés dans les entre-ponts inférieurs, correspond à 33600 mètres cubes d'air à évacuer par heure, de sorte que la capacité totale de ces entre-ponts n'étant que de 2200 mètres cubes, l'air devait être renouvelé quinze fois par heure. Quelque abondante que puisse paraître une telle ventilation, si l'on réfléchit à toutes les causes d'infection et d'insalubrité que peuvent offrir de pareils locaux, si restreints et si encombrés, on reconnaîtra sans doute avec nous qu'elle n'a rien qui dépasse les limites des besoins.

» Il convient d'ailleurs de remarquer que ce bâtiment peut être affecté au transport des hommes, et qu'il en recevrait alors 800 dans ses deux entre-ponts inférieurs, de sorte qu'une ventilation de 33600 mètres cubes par heure correspondrait à 40 mètres cubes par homme, volume inférieur à celui qu'on alloue dans des hôpitaux, dont les salles sont vastes et bien tenues.

» Renonçant à l'idée d'employer des appareils mécaniques, et se bornant à recourir aux seuls effets d'appel que peuvent produire des différences de température, M. Bertin, s'inspirant des données et des résultats acquis de l'expérience, s'est principalement préoccupé de l'évacuation de l'air vicié, et s'est borné à faciliter son remplacement par de l'air pur, au moyen de dispositions simples basées sur les effets naturels. Nous ferons connaître en peu de mots l'ensemble de ces dispositions.

» L'air vicié à évacuer est aspiré par des orifices ménagés dans la paroi intérieure du navire appelée vaigrure, qui en borde les flancs.

» Les intervalles qui séparent les membrures, et qu'on nomme mailles, servent de canaux d'évacuation.

» L'appel a lieu de haut en bas, comme dans certains édifices, et les mailles servent de deux en deux; les unes pour l'aspiration dans la batterie basse, les autres pour la plate-forme de la cale, dans les parties où cet entre-pont est établi. Il y a ainsi en tout 102 mailles utilisées: 68 pour la batterie, 34 pour la plate-forme. La section des mailles croît légèrement en descendant. Elle est de $0^{mq},0550$ à hauteur des orifices de la batterie, et de $0^{mq},0600$ à hauteur de ceux de la plate-forme. La section totale de passage pour l'air vicié appelé est de $5^{mq},77$ dans ces deux entre-ponts; ce qui correspond à $0^{mq},0465$ par cheval, pour une évacuation de 33600 mètres cubes par heure, ou de $9^{mc},333$ par seconde, et à une vitesse moyenne d'appel de $1^{mc},62$ en une seconde.

» Les bouches d'appel dans les entre-ponts ont pour largeur celle des mailles; leur section libre est de $0^{mq},0680$ pour la batterie, et de $0^{mq},0750$ pour la plate-forme; mais des grillages en fer la réduisent à peu près à celle des mailles.

» Les conduits descendants d'aspiration débouchent dans quatre conduits collecteurs, logés dans les ailes de la cale, à l'angle de la plate-forme et de la muraille, c'est-à-dire dans une partie qu'il est difficile d'utiliser pour l'arrimage. Ces collecteurs partent des extrémités du navire, et vont en augmentant de section proportionnellement au nombre des mailles, dont ils reçoivent le débouché.

» Leur section totale est de $5^{mq},80$, au point où ils se réunissent deux à deux, à hauteur de la cheminée, dans un canal transversal unique, qui passe entre les corps des chaudières d'avant et d'arrière. Ces canaux horizontaux débouchent sous ce qu'on nomme la culotte, dans l'enveloppe de la cheminée.

» Le conduit général d'évacuation est constitué par l'enveloppe de la cheminée, qui est divisée en deux parties, l'une pour les corps de chaudières d'avant, l'autre pour les corps d'arrière. Cette enveloppe est prolongée jusqu'au sommet de la cheminée et à 20 mètres au-dessus de sa base ou des grilles. La section de passage est de $5^{mq},80$, ce qui correspond à une vitesse moyenne de $1^{m},60$ en une seconde, qu'on peut obtenir facilement et même dépasser, comme on le sait, ce qui permettrait d'employer une cheminée moins volumineuse.

» En marche, sous vapeur, la chaleur abandonnée par les cheminées à leur enveloppe suffirait, comme on le verra, pour assurer la ventilation. Pour le cas des stations ou en marche à la voile, deux foyers, placés un de chaque bord, entre les chaudières, et ayant leurs portes dans la chambre

de chauffe, servent à déterminer le tirage et peuvent être utilisés aussi pour l'activer dans des cas exceptionnels. La surface de grille de ces foyers est de $0^{mq},48$, et ils sont surmontés d'une petite cheminée de 1 mètre de hauteur, destinée à y activer la combustion, au moins pour l'allumage; mais cette cheminée nous semble inutile, d'après l'exemple du Conservatoire des Arts et Métiers.

» L'introduction de l'air nouveau, déterminée, pour la plus grande partie, à travers les écoutilles, par le seul effet de l'appel qui produit l'évacuation est, en outre, augmentée à l'aide de huit manches à vent, disposées sur le pont et qui le distribuent dans la batterie basse et dans la plateforme, au moyen de conduits horizontaux, placés au-dessus des écoutilles et percés d'orifices sur leur longueur. Les parois verticales de ces conduits sont en toile, ce qui permet de les relever contre le plafond, au moment de l'embarquement et de la sortie des chevaux. La section totale de ces huit manches n'est que de $1^{mq},50$, et elles ne peuvent être regardées que comme un moyen auxiliaire utile de l'introduction par les écoutilles.

» D'après quelques observations, faites par une petite brise, on croit avoir constaté que la vitesse de l'air dans les tuyaux varie du tiers à la moitié de celle du vent. Il faudra même, dans certains cas, fermer en partie leurs clapets. Il est à remarquer que l'effet des manches à vent, à peu près nul dans les cas ordinaires, est devenu ici efficace par l'effet de l'aspiration exercée à la partie inférieure.

» On voit, par cette description des dispositions adoptées et mises à exécution sur le transport *le Calvados*, que la ventilation doit s'y faire uniquement par l'action de l'appel déterminé par la chaleur perdue en marche par les cheminées et les fours de service, ou développée en rade ou à la voile par des foyers auxiliaires. Il nous reste à faire connaître les résultats obtenus dans des expériences de réception.

» Ces expériences ont été faites en rade du port de Cherbourg, et par conséquent sans utiliser, pour donner à l'appel l'énergie qu'il aurait en marche sous vapeur, la chaleur que peuvent fournir les cheminées des machines. Il en résultait que le mouvement de l'air dans la cheminée d'évacuation n'avait pas la régularité qu'il atteindra en mer.

» Malgré ces circonstances défavorables, il a été possible de tirer des expériences des conséquences importantes que nous allons discuter.

» A cet effet, M. Bertin commence par admettre que la température moyenne de l'air qui est évacué par la cheminée doit être calculée en multipliant, l'une par l'autre, la vitesse et la température en chaque point, en

ajoutant les produits entre eux et en divisant cette somme par celle des vitesses.

» Cette règle n'est acceptable qu'autant qu'on admet aussi que, dans les expériences, les densités des différentes veines d'air, qui traversent les éléments dans lesquels on a partagé la section totale de la cheminée, sont sensiblement égales entre elles et à leur moyenne arithmétique. Elle conduit d'ailleurs à une valeur de la température moyenne très-peu différente de la moyenne arithmétique de celles qui ont été observées.

» Pour la discussion des expériences qu'il lui a été possible d'exécuter jusqu'ici, l'auteur en compare les résultats avec ceux de la formule connue

$$U = K\sqrt{T - t}$$

qui exprime que *la vitesse de l'air dans la cheminée d'évacuation doit être proportionnelle à la racine carrée de l'excès de sa température sur celle de l'air extérieur.*

» D'une autre part, il paraît disposé à admettre *que la chaleur développée par la combustion doit se retrouver dans l'air extrait, à l'exception d'une fraction tout à fait négligeable, qui est transformée en travail mécanique.* Dans cette hypothèse, il parvient à une relation qui exprime que le produit de la vitesse moyenne U de l'air évacué par la cheminée et de l'accroissement $T - t_0$ de sa température, en passant des entre-ponts, où il était à t_0, dans la cheminée, est proportionnel à la consommation de charbon du foyer auxiliaire, qu'il a pu employer dans des expériences faites en rade et par un temps calme.

» Il exprime cette loi hypothétique par la formule

$$U(T - t_0) = MP,$$

dans laquelle, outre les notations précédentes,

P exprime le poids du charbon brûlé,

M un coefficient constant pour chaque nature et chaque qualité de combustible, lequel, d'après les données de l'appareil du *Calvados*, devrait être égal à 1,322.

» Les seules expériences qui permettent de comparer les deux formules précédentes avec les résultats de l'observation sont celles qui ont été exécutées par l'auteur en juillet 1872, par un temps calme et qui sont relatives à des consommations différentes de charbon sur les grilles du foyer.

» Elles ont fourni les résultats suivants :

CONSOMMATION de charbon par heure.	VITESSE moyenne en une seconde.	VOLUME d'air évacué.	VOLUME D'AIR évacué par kilogr. de charbon brûlé.	EXCÈS de la température dans la cheminée sur celle de l'air extérieur $T-t$.	COEFFICIENT de la formule $U = K\sqrt{T-t}$.	VALEUR du coefficient M.
20	1,45	30400 mc	1520 mc	14°,4	0,384	1,100
30	1,44	30200	1007	16,9	0,381	0,960
40	1,66	34700	867	18,8	0,385	0,920
				Moyenne.........	0,373	0,993

» L'examen de ce tableau montre :

» 1° Que, dans les circonstances peu favorables, par l'absence de brise, où les expériences ont été faites dans ce bâtiment encore inhabité, on a obtenu avec une consommation assez faible par heure dans les foyers, sans le concours de la chaleur perdue par les parois de la cheminée des chaudières, des évacuations d'air qui se sont élevées avec 20 kilogrammes par heure à 30400 mètres cubes, correspondant à un renouvellement complet de 13,8 fois par heure et à 135 mètres cubes d'air par heure et par cheval, et avec 40 kilogrammes par heure à 34700 mètres cubes, correspondant à un renouvellement complet de 15,8 fois par heure et à 155 mètres cubes d'air par heure et par stalle.

» Ce qui atteint déjà le chiffre pris pour base de projet.

» 2° Que le rapport de la vitesse moyenne d'évacuation de l'air vicié a suivi, dans ce dispositif, de même que l'un de nous l'avait antérieurement constaté par des expériences directes sur des cheminées, la loi théorique de la proportionnalité de cette vitesse à la racine carrée de l'excès de la température extérieure sur la température dans la cheminée.

» 3° Que pour ce dispositif complexe la formule pratique qui donne la vitesse est

$$U = 0,373\sqrt{T-t},$$

tandis que pour des cheminées ordinaires on a trouvé

$$U = 0,540\sqrt{T-t}.$$

» 4° Que le rapport M de la formule de l'auteur

$$U(T-t) = MP^{kil}$$

qui, dans la supposition où toute la chaleur développée, se retrouverait dans

l'air de la cheminée, devrait avoir une valeur voisine de M = 1,332 n'a, dans ces expériences, que celle de M = 0,993, et se trouve ainsi réduit aux 0,735 de sa valeur hypothétique.

» On sera donc toujours, croyons-nous, plus près de la vérité en servant, pour le dispositif adopté sur *le Calvados*, de la formule

$$U = 0,373\sqrt{T - t},$$

d'où l'on pourra déduire le volume d'air évacué US en une seconde ou 3600 US en une heure, et s'assurer, par le calcul, à défaut d'expérience directe, s'il atteint le chiffre voulu.

» 5° On reconnaît aussi, comme l'ont montré de précédentes expériences sur d'autres dispositifs plus ou moins simples, qu'il y a toujours un avantage économique à produire la ventilation à des températures modérées, puisque, en ne brûlant que 20 kilogrammes de charbon par heure, on a obtenu une évacuation de 1520 mètres cubes d'air par kilogramme de houille, tandis que, en consommant 40 kilogrammes par heure, on n'a eu que celle de 867 mètres cubes par kilogramme de combustible.

» Cela confirme cette conséquence connue, qu'il y a tout avantage à augmenter la section des cheminées plutôt qu'à chercher à accroître la vitesse par un plus grand développement de chaleur, et montre que les dimensions adoptées par l'auteur n'ont rien d'exagéré.

» *Observations relatives aux deux formules employées par l'Auteur et rappelées plus haut.* — Il n'est pas inutile de faire remarquer que la première formule

$$U = K\sqrt{T - t},$$

employée pour le calcul de la vitesse moyenne de l'air évacué dans la cheminée, est d'une application très-facile, dès que, par des expériences préalables, on a déterminé la valeur du coefficient K qui, dans le cas actuel, serait égal à 0,373.

» Quelles que soient, en effet, la nature ou la qualité du combustible employé, que ce soit du charbon de bonne ou de mauvaise qualité, ou même du bois, ce qui peut arriver dans des traversées lointaines, il suffira toujours d'observer la température moyenne dans la cheminée et celle de l'air extérieur, pour pouvoir déduire de cette formule la vitesse moyenne de l'air en une seconde, et par suite le volume évacué par la cheminée, en multipliant cette vitesse par l'aire de la section où elle aura été observée.

» Un simple thermomètre permettra donc au commandant du navire de se rendre compte des effets de la ventilation et d'en faire régler la marche,

de manière que la différence $T - t$ des températures reste constante, ce qui assurera aussi la constance des effets.

» Il n'en est pas de même de l'usage de la seconde formule, à laquelle l'auteur semble cependant disposé à accorder la préférence. Bien que les expériences paraissent en avoir confirmé, au moins approximativement, l'exactitude, il convient de remarquer que, outre les causes générales, telles que la force vive, emportée par l'air, les pertes de travail dues au frottement, aux changements de vitesse et de section, les pertes de chaleur par les parois, qui ont, dans les expériences, réduit la valeur du coefficient M de 1,322 à 0,993, il y aura, dans toutes les traversées un peu longues, que l'on doit prévoir, des causes variables, dont l'effet ne pourrait être apprécié directement, et au nombre desquelles la nature et la qualité du combustible, qui entrent implicitement dans la valeur de ce coefficient, joueront un rôle prépondérant.

» Cette deuxième formule, quoique acceptable en principe, avec la correction considérable que l'expérience y apportera toujours, ne nous paraît donc pas d'un usage aussi sûr que la première, qui est en même temps plus simple, plus commode, et vérifiée d'ailleurs par d'autres expériences nombreuses et variées.

» L'Auteur, en multipliant, l'une par l'autre, les deux formules que nous venons de discuter

$$U^2 = K^2(T - t) \quad \text{et} \quad U(T - t_0) = MP,$$

et en supposant que la température intérieure t_0 des entre-ponts soit égale à la température extérieure, hypothèse qui ne peut être réalisée, quand le bâtiment est habité, qu'autant que le rafraîchissement des parois, par le contact extérieur de l'eau, compenserait la chaleur développée par les individus, arrive à la formule

$$U^3 = K^2 MP \quad \text{ou} \quad U = \sqrt[3]{K^2 MP}.$$

» D'où il conclut que, dans un système de ventilation par appel, *la vitesse moyenne d'évacuation*, et, par suite, *le volume d'air évacué ne croissent que comme la racine cubique des quantités de combustible consommées.*

» Or, en comparant les résultats de cette formule, qui peut se mettre sous la forme

$$Q = SU = S\sqrt[3]{K^2 MP} = B\sqrt[3]{P},$$

S étant la section de la cheminée, K et M les quantités déjà désignées, avec ceux des expériences que l'un de nous a exécutées en 1862 sur les effets de

ventilation produits par la combustion du gaz dans une cheminée ordinaire, on trouve les résultats indiqués dans le tableau suivant, où le volume Q est exprimé en mètres cubes, et le poids P du combustible, remplacé par le volume de gaz brûlé évalué en litres.

Volume de gaz brûlé par heure. P	Volume d'air évacué par heure par l'action du gaz. Q	Valeur du coefficient B. B	Observations.
218^{lit}	394	45,46	
333	602	»	Anomalie.
967	587	59,36	
2636	874	63,27	
2000	771	61,19	
2500	845	62,74	
3000	903	62,71	
3478	935	62,91	
	Moyenne.....	62,50	

» Ces résultats montrent que la formule proposée est, autant qu'on peut le désirer dans de semblables recherches, d'accord avec l'observation; mais les remarques que nous avons faites sur son usage n'en subsisteut pas moins.

» *De l'effet de l'intensité du vent sur la ventilation.* — L'auteur signale l'accroissement que l'action de brises plus ou moins fortes peuvent déterminer dans le renouvellement de l'air dans les bâtiments à la mer. Cette influence nous paraît mériter d'être étudiée avec attention; car, selon les dispositions adoptées, elle pourrait être favorable ou contraire.

» En effet, l'expérience, d'accord avec le raisonnement, montre qu'un courant d'air rapide qui rase, sous un petit angle, le débouché d'une cheminée ou l'orifice d'une prise d'air, y contrarie, y annule même parfois la sortie dans le premier cas, ou l'introduction dans le second.

» Sous ce rapport, l'influence de la brise serait défavorable à l'évacuation par la cheminée.

» Mais, d'une autre part, tout courant d'air qui rencontre, sous un angle plus ou moins grand, des surfaces planes ou courbes, et qui est, par leur présence, entravé dans sa marche, y détermine une augmentation de pression qui, pour des brises modérées de 6 à 8 mètres en 1 seconde, peut s'élever à près de 7 kilogrammes par mètre carré.

» Si ces surfaces présentent des orifices de passage à l'air, il y acquiert des vitesses considérables, qui peuvent atteindre 15 à 20 mètres en 1 seconde.

» C'est ce que chacun peut vérifier journellement, même par des vents modérés, au passage des arcades des grands édifices, telles que celles du Louvre. L'usage ancien des voiles disposées à l'aval des écoutilles par les marins, celui des manches à air, etc., n'ont pas d'autre origine.

» L'action du vent sur le pont des navires, sa rencontre avec les objets disposés à la surface produisent donc un effet analogue, et, par suite, un refoulement, une introduction d'air à l'intérieur, d'où il résulte une augmentation dans l'évacuation.

» Telle nous paraît être la véritable explication de l'effet favorable des brises, surtout quand on sait, comme les marins le font depuis longtemps, en utiliser l'action.

» *Influence de l'échauffement de la cheminée d'évacuation sous l'action du Soleil.* — On conçoit facilement que l'action directe du Soleil sur les parois d'un tuyau ou d'une cheminée en tôle peut, dans certains cas, donner à la ventilation un surcroît très-notable d'énergie, surtout si elle s'exerce sur une grande hauteur.

» Des expériences directes ont montré à l'un de nous que, à Paris même, cette action sur un tuyau de $0^m,18$ de diamètre et de 2 mètres à peine de hauteur, surmontant une cheminée en briques de 8 mètres de hauteur suffit, parfois, pour y déterminer une vitesse d'écoulement de $0^m,60$ en 1 minute. Il y a donc tout lieu de penser que, dans les régions tropicales, la ventilation des vaisseaux trouvera un utile auxiliaire dans l'action que le Soleil exercera sur la surface conductrice en tôle de la cheminée d'évacuation. Les premiers essais, exécutés à Cherbourg, le 18 juin, par une température et une brise modérées d'été (1), ne peuvent que confirmer cette prévision; mais il ne faut pas s'exagérer l'importance de ces effets, qui ne se produiront que sur les couches d'air qui lècheront un côté de la cheminée.

» *Observations faites aux orifices d'appel.* — M. Bertin a cherché à contrôler les résultats obtenus dans les expériences faites sur la cheminée

(1) On a obtenu, dans ces expériences, les résultats suivants :

Poids de houille consommée par heure.	Volume d'air évacué par heure.	Volume d'air évacué par kilogr. de houille.
20^{kil}	41700^{mc}	2085^{mc}
30	47700	1590
40	52500	1312

d'évacuation, en observant directement les volumes d'air appelés par un certain nombre de bouches ouvertes dans les murailles. A cet effet, il a fait placer successivement devant des groupes comprenant quatre mailles de chaque bord un tuyau cylindrique à son entrée, et de même section à peu près que les orifices d'appel ; et, à l'aide d'un anémomètre, il a déterminé la vitesse de passage de l'air dans la portion cylindrique de ce tuyau où le mouvement pouvait être regardé comme à peu près régulier.

» Mais il y a lieu de remarquer que, d'après une règle connue, basée à la fois sur la théorie et sur l'expérience, la vitesse moyenne, qui s'établit dans un semblable conduit, à une certaine distance de son entrée, n'est que les 0,80 à 0,82 de celle qui est due à la pression sur l'orifice extérieur. Il suit de là que toutes les vitesses observées dans ce tuyau, qui était successivement présenté sur les divers orifices d'un même groupe, sont plus faibles que celles qui avaient lieu au même moment dans les autres orifices ou dans les premiers, après l'expérience.

» Il n'y a donc pas à s'étonner que les volumes d'air passés dans les mailles, tels qu'ils ont été déduits des données mêmes de l'expérience, aient été trouvés plus faibles que ceux qui avaient été conclus les mêmes jours des observations faites dans la cheminée. Mais, en multipliant les premiers par le rapport de 1,00 à 0,80, on peut en déduire très-approximativement leur valeur corrigée de la perte de vitesse occasionnée par le tuyau employé. C'est ce que nous avons fait dans le tableau suivant (p. 271), où nous reproduisons d'ailleurs les chiffres mêmes obtenus par l'Auteur.

» Les résultats consignés dans le tableau ci-contre, et particulièrement la comparaison des volumes d'air rectifiés écoulés par les mailles, comme nous l'avons indiqué, avec les volumes évacués par la cheminée, montrent que l'ensemble des observations a bien fourni une approximation suffisamment exacte des effets obtenus.

» Si le volume d'air évacué par la cheminée l'emporte de 0,03 à 0,05 sur celui qui serait passé par les mailles: la différence peut probablement être attribuée d'une part à l'augmentation de volume éprouvée par l'air dans la cheminée, et de l'autre à quelques petits orifices ouverts dans les parois des collecteurs, pour aérer la cale elle-même.

» De l'ensemble de ces expériences il résulte que, avec une consommation de charbon comprise entre 20 et 40 kilogrammes par heure, on peut, sur ce transport-écurie, assurer un renouvellement de l'air de 13 à 16 fois par heure, dans les deux entre-ponts inférieurs, et aux animaux une alimentation d'air nouveau de 124 à 158 mètres cubes par tête.

Expériences sur la ventilation du transport-écurie LE CALVADOS.

DATES 1872.	CHARBON consommé par heure.	VITESSES OBSERVÉES DEVANT LES MAILLES DE LA BATTERIE.									VITESSES OBSERVÉES DEVANT LES MAILLES DE LA PLATE-FORME.						VOLUMES D'AIR APPELÉ		VOLUME D'AIR évacué par la cheminée	NOMBRE DE FOIS que l'air a été renouvelé par heure.	VOLUME D'AIR évacué par maille de cheval	VITESSE MOYENNE dans la cheminée.
		2. 3. 4. 5.	6. 7. 8. 9.	10. 11. 12. 13.	14. 15. 16. 17.	18. 19. 20. 21.	22. 23. 24. 25.	26. 27. 28. 29.	30. 31. 32. 33.	Moyenne.	1. 2. 3. 4.	5. 6. 7. 8.	9. 10. 11. 12.	13. 14. 15.	16. 17.	Moyenne.	D'après l'observation par le foyer.	Rectifié par les mailles.				
6 juillet.....	20kil	m 0,85	m 0,85	m 1,00	m 1,10	m 1,25	m 0,93	m 1,25	m 0,60	m 0,99	m 0,75	m 0,70	m 0,80	m 0,75	m 0,80	m 0,76	mc 19500	mc 14300	mc 27300	12.4	122	
9 juillet.....		0,65	0,90	1,10	1,35	1,40	1,33	1,05	0,80	1,07	0,90	0,70	1,00	1,00	1,10	0,94	22000	27500	28200	12.80	126	
																		25900	27750	12.6	124	1.33
18 juin.......	30kil	1,10	1,35	1,25	1,80	1,65	1,75	1,30	1,00	1,43	1,05	1,10	1,30	1,15	1,05	1,13	28500	35600	37600	17.1	168	
11 juillet.....		0,85	1,10	1,05	1,40	1,50	1,55	1,20	0,90	1,19	0,90	0,95	1,15	0,95	0,85	0,96	22900	25600	27800	12.7	124	
																		31800	32700	14.9	146	1.54
3 juillet.....	40kil	0,95	1,35	1,40	1,75	1,70	1,80	1,60	0,95	1,44	1,10	1,05	1,35	1,15	1,10	1,15	18800	36000	36000	17.5	172	
11 juillet		0,90	1,20	1,05	1,50	1,80	1,55	1,45	0,90	1,29	0,85	0,90	1,15	1,10	1,00	1,00	25500	32900	32106	14.6	143	
																		33950	35353	16.1	158	1.69

» Il est donc permis d'espérer que ce dispositif contribuera puissamment à donner à ces bâtiments une salubrité suffisante, qui, jusqu'ici, leur a toujours manqué.

» *Résumé des résultats obtenus.* — Bien que les expériences exécutées en rade de Cherbourg ne constituent qu'une partie des observations à faire pour l'étude des effets que l'on peut attendre, à différents points de vue, des dispositions adoptées pour l'assainissement des transports-écuries du type du *Calvados*, comme elles ont été exécutées dans des conditions moins favorables que celles d'une navigation ordinaire, c'est-à-dire sans le secours de l'influence des brises et surtout sans celui de la chaleur que transmettraient les cheminées des chaudières en marche normale des machines, on peut en tirer des conclusions importantes.

» On voit d'abord :

» 1° Que, par suite de ces dispositions et de la hauteur de la cheminée, il se produit, sans le concours d'aucun développement artificiel de chaleur, une ventilation naturelle, très-favorable à l'entretien et à l'assainissement continu de la coque des navires en bois, et qui s'est élevée, par une brise fraîche, à 16000 mètres cubes par heure;

» 2° Que, à l'aide d'un feu modéré, entretenu sous les chaudières, et d'une activité bien inférieure à celle qu'exigerait la marche des machines, on a pu obtenir un renouvellement d'air de 41000 mètres cubes par heure, correspondant à 183 mètres cubes par stalle et par heure;

» 3° Que les foyers auxiliaires, destinés à produire la ventilation en rade, dans la marche à la voile et à l'activer, en cas de besoin, dans les circonstances exceptionnellement défavorables présentées par les régions tropicales, dans la marche sous vapeur, suffisent, avec une consommation modérée de 30 à 40 kilogrammes au plus de houille par heure, pour assurer seuls un renouvellement d'air de 35000 à 40000 mètres cubes par heure.

» En attendant des expériences faites en marche sous vapeur, où l'on utiliserait à la fois la chaleur que laisseraient passer les cheminées des chaudières, celle des cuisines et celle des fours, on peut, à l'aide des données de l'observation, apprécier, au moins approximativement, l'effet que l'on doit obtenir.

» On sait, d'après une loi due à Newton et d'après des expériences directes, que la quantité de chaleur qui, par heure et par mètre carré, traverse une enveloppe en tôle mince, est exprimée par la formule

$$C = 10(T' - T) \text{ calories},$$



dans laquelle le coefficient 10 peut être regardé comme minimum,

T' étant la température de la cheminée de la machine,

T celle de la cheminée de ventilation.

» La valeur de T' s'élève souvent, dans les cheminées de machines à vapeur, à 300 degrés (nous la supposerons seulement de 250 degrés); celle de T n'a atteint, dans les expériences du mois de juillet, que 40 à 41 degrés (nous admettrons la valeur $T = 50$ degrés).

» La quantité de chaleur que pourrait, avec ces données, laisser passer chaque mètre carré de surface des cheminées serait donc

$$C = 10 \times 200 = 2000 \text{ calories par heure.}$$

» Ces cheminées ont au moins 4 mètres de contour sur 20 mètres de hauteur; ce qui, pour les deux, fournit 160 mètres carrés de surface.

» La quantité de chaleur qu'elles peuvent laisser passer à travers leurs parois serait donc

$$160^{mq} \times 2000 = 32000 \text{ calories.}$$

» Si le charbon employé dans les expériences ne donne que 7500 calories par kilogramme, on voit que la quantité de chaleur ci-dessus produirait le même effet que la consommation sur les foyers de

$$\frac{320000}{7500} = 42^{kil},66 \text{ de houille.}$$

» Nous n'avons pas introduit dans cette estimation la chaleur perdue par les fourneaux des cuisines et des fours.

» Cette action puissante des cheminées des chaudières dispensera donc très-probablement, dans la plupart des cas, de recourir à l'action des foyers auxiliaires, et par conséquent de faire, pour le service de la ventilation, une consommation spéciale de combustible.

» La salubrité obtenue en marche sous vapeur le sera donc presque toujours gratuitement.

» *Dépense.* — Il nous reste à comparer l'importance de la dépense exigée par une semblable installation avec les avantages qui peuvent en résulter au point de vue financier seulement.

» Pour le bâtiment *le Calvados*, déjà construit, dans lequel il a fallu introduire quelques modifications, la dépense s'est répartie ainsi qu'il suit :

Réseau d'évacuation.

Manches à air	3900^{fr}
Modifications aux soutes et à la cale (à supprimer pour un bâtiment neuf)...	5000
Collecteurs, cheminée d'évacuation, foyer (dont 3500 francs pour renouvellement d'une ancienne cheminée)	20700
	29600
Sur cette somme il y aurait, pour un bâtiment neuf, à déduire 5000 + 3500..	8500
Dépense totale pour la ventilation d'un transport-écurie neuf...	21100

» En admettant que les foyers auxiliaires dussent être allumés 30 jours pour une même traversée, durée qui correspond à l'approvisionnement de charbon des machines et est une estimation exagérée, la consommation moyenne étant au plus de 30 kilogrammes par heure, la dépense totale de combustible serait de $30 \times 30^{k} \times 24^{h} = 21^{t},6$ de houille à 30 francs, soit 648 francs.

» Or, si dans des traversées déjà observées, on a souvent perdu par asphyxie 25 pour 100 du nombre des chevaux transportés, ou 56 sur 224 logés dans les entre-ponts inférieurs, valant chacun d'achat en moyenne 600 francs, et les frais de traversée au Mexique étant estimés au moins à pareille somme, la perte en argent s'élevait à 67200 francs pour un seul voyage.

» Les frais d'installation et la dépense de combustible auraient donc été largement couverts par l'économie réalisée en une seule traversée, par la conservation des animaux.

» Le simple renouvellement de l'air, même à la température élevée des mers du Sud, est déjà une amélioration sensible pour des voyageurs, obligés de rester dans les cabines; mais il ne serait pas difficile d'y joindre des moyens de rafraîchissement modérés, qui permettraient de maintenir, dans les salons et dans les chambres des passagers, une température inférieure de quelques degrés à celle de l'atmosphère. Quatre à cinq degrés suffiraient; plus serait peut-être dangereux. Ces moyens existent, ce n'est pas ici le lieu de les indiquer.

» *Encombrement et inconvénients.* — Si les installations adoptées diminuent un peu la capacité du bâtiment, si celle d'une large enveloppe de cheminée, dont on pourrait, croyons-nous, réduire le diamètre, oblige à supprimer l'usage éventuel de la grande voile, ces inconvénients, qu'il serait facile d'atténuer pour des bâtiments neufs, ne nous paraissent pas constituer des défauts qui puissent être mis en balance avec les avantages

considérables et incontestables que présente un renouvellement abondant et régulier de l'air dans des bâtiments dont l'occupation était un supplice et un danger permanent pour des êtres animés.

» *Conclusions.* — L'application heureuse que vient de faire M. Bertin des dispositions et des principes connus de la ventilation par simple appel, les résultats remarquables que ses observations ont constatés dans des conditions éminemment moins favorables que celles du service à la mer, montrent, une fois de plus, qu'il n'est presque jamais nécessaire de recourir à l'emploi des moyens mécaniques, toujours plus compliqués, plus assujettissants et plus onéreux que le système simple et rationnel de l'appel.

» Si enfin de semblables résultats ont été obtenus facilement et à peu de frais sur un bâtiment qui, comme les transports-écuries, présentait des difficultés spéciales et bien plus grandes que tous les autres bâtiments de la flotte et de la marine commerciale, on ne saurait douter que l'emploi de dispositions analogues, convenablement appropriées aux conditions particulières des divers types de navires, ne contribue puissamment à épargner aux équipages de la flotte et aux troupes embarquées les dangers d'infection, d'asphyxie et de propagation des maladies épidémiques, qui les déciment trop souvent.

» L'introduction de l'usage des légumes frais desséchés, pressés et conservés a déjà fait à peu près disparaître le scorbut; l'assainissement de l'intérieur des bâtiments complétera l'œuvre bienfaisante vers le succès de laquelle doivent tendre tous les efforts de ceux qui aiment le soldat et le marin.

» Guidé par les données de la science et de l'expérience, M. Bertin aura donc contribué à introduire dans la marine une de ces améliorations importantes, auxquelles l'Académie est toujours heureuse d'accorder une approbation que nous lui proposons de consacrer, en ordonnant l'impression de son Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers*, et en réservant ses droits aux prix des Arts insalubres ou à celui du perfectionnement de la navigation à vapeur. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J.-J. Wild adresse un travail portant pour titre : « Recherches sur l'antiquité. »

Ce travail sera soumis à l'examen d'une Commission composée de

MM. Mathieu, Faye, auxquels on priera l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres de vouloir bien adjoindre deux de ses Membres.

M. Troïanowski adresse un « Projet de création, aux environs de Paris, d'un village de l'enfance ».

(Renvoi à la section de Médecine.)

M. Th. Pallier adresse une Note relative à un procédé de « Sauvetage par déplacement. » — Pour amener à la surface de l'eau un objet submergé, l'auteur propose d'employer des cylindres fabriqués avec une toile enduite de caoutchouc; on assujettirait ces cylindres aux objets dont on tente le sauvetage, et on les gonflerait ensuite en y refoulant de l'air comprimé, de manière que la poussée de l'eau amenât le système à la surface.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Bertrand.

M. Pourchet adresse une Note relative à un procédé qui pourrait permettre de donner au coton une résistance suffisante pour la confection des filets de pêche.

Cette Note sera renvoyée à l'examen de M. Chevreul, qui a été chargé, dans la séance du 13 janvier, d'examiner la question posée à ce sujet par M. *Carat*.

CORRESPONDANCE.

Le Bureau de l'Amirauté anglaise adresse des exemplaires des Cartes publiées par l'*Hydrographic Office* pendant l'année 1872.

M. le Président de la Société des Agriculteurs de France informe l'Académie que la section de Viticulture compte expérimenter un procédé de chauffage des vins : il demande que l'Académie veuille bien nommer une Commission pour rendre compte de cette opération.

Cette Commission se composera des Sections de Chimie et d'Économie rurale, auxquelles M. Pasteur sera prié de s'adjoindre.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de M. *Boussinesq*, intitulé : « Recherches sur les prin-

cipes de la Mécanique, sur la constitution moléculaire des corps, et sur une nouvelle théorie des gaz parfaits (Extrait des Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier) » ;

2° La première livraison des « Animaux fossiles du Léberon » ; par M. *A. Gaudry*.

ASTRONOMIE. — *Éphéméride de la planète* (130), *calculée par M.* **Bossert** (suite). (Présentée par M. Yvon Villarceau.)

(Les positions sont rapportées à 1873,0).

1873.	Ascension droite.	Distance polaire.	log. dist. à la Terre.	1873.	Ascension droite.	Distance polaire.	log. dist. à la Terre.
	h m s	° ′			h m s	° ′	
Fév. 1,0..	3.56.33	68.44,8	0,3231	Mars 3,0..	4.22. 7	66.56,8	0,4038
2,0..	3.57. 6	68.41,5	0,3259	4,0..	4.23.15	66.53,1	0,4063
3,0..	3.57.40	68.38,2	0,3288	5,0..	4.24.24	66.49,4	0,4088
4,0..	3.58.15	68.34,9	0,3316	6,0..	4.25.34	66.45,7	0,4112
5,0..	3.58.52	68.31,5	0,3344	7,0..	4.26.45	66.42,0	0,4136
6,0..	3.59.30	68.28,1	0,3372	8,0..	4.27.57	66.38,3	0,4160
7,0..	4. 0.10	68.24,7	0,3400	9,0..	4.29.10	66.34,6	0,4184
8,0..	4. 0.51	68.21,2	0,3428	10,0..	4.30.23	66.31,0	0,4207
9,0..	4. 1.33	68.17,7	0,3456	11,0..	4.31.38	66.27,4	0,4231
10,0..	4. 2.17	68.14,2	0,3484	12,0..	4.32.53	66.23,8	0,4255
11,0..	4. 3. 2	68.10,6	0,3512	13,0..	4.34. 9	66.20,2	0,4278
12,0..	4. 3.48	68. 7,0	0,3540	14,0..	4.35.25	66.16,7	0,4301
13,0..	4. 4.36	68. 3,4	0,3567	15,0..	4.36.43	66.13,2	0,4324
14,0..	4. 5.24	67.59,8	0,3594	16,0..	4.38. 1	66. 9,7	0,4347
15,0..	4. 6.14	67.56,2	0,3621	17,0..	4.39.20	66. 6,2	0,4469
16,0..	4. 7. 6	67.52,6	0,3648	18,0..	4.40.40	66. 2,8	0,4391
17,0..	4. 7.58	67.48,9	0,3675	19,0..	4.42. 0	65.59,4	0,4413
18,0..	4. 8.52	67.45,2	0,3702	20,0..	4.43.21	65.56,0	0,4435
19,0..	4. 9 46	67.41,5	0,3729	21,0..	4 44.43	65.52,6	0,4457
20,0..	4.10.42	67.37,8	0,3756	22,0..	4.46. 6	65.49,3	0,4478
21,0..	4.11.39	67.34,1	0,3782	23,0..	4.47.29	65.46,0	0,4500
22,0..	4.12.37	67.30,4	0,3808	24,0..	4.48.53	65.42,8	0,4521
23,0..	4.13.36	67.26,7	0,3834	25,0..	4.50.17	65.39,6	0,4542
24,0..	4.14.37	67.22,9	0,3860	26,0..	4.51.42	65.36,4	0,4563
25,0..	4.15.38	67.19,1	0,3886	27,0..	4.53. 8	65.33,3	0,4584
26,0..	4.16.40	67.15,3	0,3912	28,0..	4.54.35	65.30,2	0,4605
27,0..	4.17.44	67.11,6	0,3938	29,0..	4.56. 2	65.27,1	0,4625
28,0..	4.18.48	67. 7,9	0,3963	30,0..	4.57.29	65.24,1	0,4645
Mars 1,0..	4.19.53	67. 4,2	0,3988	31,0..	4.58.59	65.21,1	0,4665
2,0..	4.21. 0	67. 0,5	0,4013				

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (130), *faites par* M. BORRELLY. (Présentées par M. Yvon Villarceau.)

« Je prends la liberté de vous adresser les dernières positions que j'aie pu obtenir de la planète (130).

1873.	T. M. de Marseille. (Longchamps.)	Asc. droite.	l(par. × Δ).	Dist. pôle nord.	l(par. × Δ).	Etoiles de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Janv. 23..	7.58.12	3.52.58,56	$+\bar{2},559$	69.10.56,1	−0,5310	g
25..	7.50.43	3.53.38,54	$+\bar{2},555$	69. 5.10,2	−0,5290	g
26..	8.47. 7	3.54. 1,76	$+\bar{1},191$	69. 2. 4,1	−0,5443	g

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1873,0.

Nom de l'étoile.	Ascension droite.	Dist. pol. nord.	Grandeur.
g... 1114 Weisse, H. III	$3^h 52^m 22^s,79$	69°3′19″,7	8°. »

BALISTIQUE. — *Note sur la pénétration des projectiles oblongs dans les milieux résistants;* Note de M. MARTIN DE BRETTES, présentée par M. Tresca.

« Nous avons eu l'honneur d'adresser à l'Académie des Sciences une Note relative à la pénétration comparative de deux projectiles oblongs dans les milieux résistants, lancés avec la même vitesse (*Comptes rendus*, 16 décembre 1872). Celle que nous lui adressons aujourd'hui est relative à cette pénétration, lorsqu'ils possèdent des vitesses inégales, mais cependant assez peu différentes pour que la loi de la résistance du milieu soit pratiquement la même pour les deux projectiles.

» La loi de cette pénétration, d'une grande utilité pratique, s'énonce ainsi : « Les trajets de deux projectiles oblongs dans la direction de leur » axe de figure, pendant qu'ils passent des vitesses V, V′, assez peu diffé- » rentes pour que la résistance du milieu suive la même loi, aux vitesses » proportionnelles v, v', sont proportionnels aux produits λD, $\lambda' D'$ des lon- » gueurs réduites par les densités, et en raison inverse de la puissance » $n-2$ des vitesses V, V′, n étant l'exposant de la vitesse dans l'expression » monôme de la résistance du milieu. Les durées des trajets T, T′ sont pro- » portionnelles aux produits λD, $\lambda' D'$ des longueurs réduites par les den- » sités, et en raison inverse de la puissance $n-1$ des vitesses V, V′. »

» Ce théorème de balistique se démontre comme il suit : l'équation du mouvement d'un projectile oblong dans la direction de son axe de figure

$$(1) \qquad -dv = K\frac{\varpi R^2}{P} v^n dt$$

ou

$$-dv = K \frac{v^n}{\lambda D} dt,$$

en observant que $P = \pi R^2 D \lambda$, donne pour le rapport des pertes de vitesses dv, dv' de deux projectiles P, P', après des intervalles de temps dt, dt',

$$(2) \qquad \frac{dv}{dv'} = \frac{\lambda D}{\lambda' D'} \left(\frac{V}{V'}\right)^n \frac{dt}{dt'}.$$

» Le rapport de ces pertes de vitesses et, par conséquent, celui des vitesses restantes $V - dv$, $V' - dv'$, sera égal à celui des vitesses primitives V, V', si les intervalles de temps dt, dt' satisfont à la condition suivante, imposée par l'énoncé :

$$(3) \qquad \frac{dt}{dt'} = \frac{\lambda D}{\lambda' D'} \left(\frac{V'}{V}\right)^{n-1}.$$

» Pendant les intervalles de temps suivants dt_1, dt'_1, dt_2, dt'_2,... proportionnels à dt et à dt', les pertes de vitesse dv_1, dv'_1, dv_2, dv'_2,... seront toujours proportionnelles à V, V'. On aura donc, après des intervalles $T = \Sigma dt$, $T' = \Sigma dt'$, qui satisfont à la relation

$$(A) \qquad \frac{T}{T'} = \frac{\lambda D}{\lambda' D'} \left(\frac{V'}{V}\right)^{n-1},$$

pour le rapport des pertes de vitesse,

$$\frac{\Sigma dv}{\Sigma dv'} = \frac{V}{V'},$$

et pour celui des vitesses restantes $v = V - \Sigma dv$, $v' = V' - \Sigma dv'$,

$$(B) \qquad \frac{v}{v'} = \frac{V}{V'}.$$

» Les espaces élémentaires dx, dx', parcourus pendant les intervalles de temps dt, dt', seront dans le rapport

$$\frac{dx}{dx'} = \frac{V dt}{V' dt'} = \frac{V \lambda D}{V' \lambda' D'} \left(\frac{V'}{V}\right)^{n-1},$$

d'où

$$(4) \qquad \frac{dx}{dx'} = \frac{\lambda D}{\lambda' D'} \left(\frac{V'}{V}\right)^{n-2}.$$

» Pendant les instants suivants, proportionnels à dt et dt', on aurait encore des espaces élémentaires dx_1, dx'_1,... proportionnels à dx, dx'. On aura donc, pour les trajets $E = \Sigma dx$, $E' = \Sigma dx'$, correspondant aux

36..

temps $T = \Sigma dt$, $T' = \Sigma dt'$,

$$\text{(C)} \qquad \frac{E}{E'} = \frac{\lambda D}{\lambda' D'} \left(\frac{V'}{V}\right)^{n-2}.$$

» La discussion de cette relation conduit aux observations suivantes :

» Lorsque les vitesses V, V' sont égales, on a

$$\frac{E}{E'} = \frac{\lambda D}{\lambda' D'}, \quad \frac{T}{T'} = \frac{\lambda D}{\lambda' D'},$$

comme on l'a démontré directement.

» Si $\frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{R}{R'}$, c'est-à-dire si les projectiles sont semblables, on a

$$\frac{E}{E'} = \frac{RD}{R'D'} \left(\frac{V'}{V}\right)^{n-2}, \quad \frac{T}{T'} = \frac{RD}{R'D'} \left(\frac{V'}{V}\right)^{n-1}.$$

» Si en même temps $V = V'$, on a

$$\frac{E}{E'} = \frac{RD}{R'D'}, \quad \frac{T}{T'} = \frac{RD}{R'D'},$$

comme dans le cas des projectiles sphériques.

» Lorsque $\lambda D = \lambda' D'$, on a

$$\frac{E}{E'} = \left(\frac{V'}{V}\right)^{n-2}, \quad \frac{T}{T'} = \left(\frac{V}{V'}\right)^{n-1}.$$

» Lorsque $\frac{\lambda D}{\lambda' D'} = \left(\frac{V}{V'}\right)^{n-2}$, on a

$$\frac{E}{E'} = 1, \quad \frac{T}{T'} = \frac{V}{V'};$$

pour le tir dans l'air $n = 3$, et les formules sont alors très-simplifiées. »

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme;* par M. **Th. du Moncel.**

« En lisant la Note si intéressante de M. Jamin, insérée dans le *Compte rendu* du 13 janvier dernier, je n'ai pu me défendre d'un certain sentiment de satisfaction, en voyant que les idées que j'avais émises, il y a une quinzaine d'années, sur le *magnétisme condensé*, avaient été enfin sanctionnées par un maître de la science. Comme les expériences qui m'avaient conduit à la constatation de ce phénomène peuvent, en raison du caractère de nouveauté que leur ont donné les travaux de M. Jamin, présenter un certain intérêt scientifique, je demande à l'Académie la permission de les ré-

sumer brièvement, renvoyant pour les détails : 1° à mon *Etude du magnétisme*, publiée en 1857 (p. 56 à 64); 2° à ma brochure adressée en 1859 à MM. les Membres de la Société Philomathique, pour répondre à des objections qui m'étaient adressées (p. 11); 3° à mon *Mémoire sur les courants induits*, inséré dans ma *Notice sur l'appareil de Ruhmkorff* (3e édition, p. 374); 4° à mes *Recherches sur les meilleures conditions de construction des électro-aimants* (p. 117); 5° à mon *Exposé des applications de l'électricité* et à mon *Traité de Télégraphie électrique* (p. 148 et 161), etc.

» En résumé, je disais, dans toutes ces publications, qu'un aimant agissant sur une armature de fer doux provoque, par suite de son contact avec celle-ci, une action électrostatique tout à fait *analogue à celle qui se produit dans un condensateur électrique;* que cette action a pour effet de *dissimuler*, en grande partie, les polarités magnétiques opposées l'une à l'autre, et de les *maintenir indéfiniment développées* au point de contact des deux pièces magnétiques, quand bien même la cause aimantante n'existe plus. J'ajoutais que, dans ces conditions, la force coercitive tient lieu de l'isolateur dans les condensateurs électriques.

» Je donnais comme preuves à l'appui de cette manière de voir :

» 1° Qu'un électro-aimant, mis en contact avec une armature et animé *momentanément* par un fort courant, maintient cette armature collée contre ses pôles, des mois entiers, des années même, après la disparition de la cause aimantante; et cette action est tellement caractérisée que j'ai pu obtenir, dans de pareilles conditions, au bout d'un an, un courant d'induction très-énergique par le détachement brusque d'une armature ainsi collée; mais cette action ne se renouvelait pas à la suite d'un second contact;

» 2° Qu'un électro-aimant muni d'une armature constituée par un second électro-aimant à fil fin fournit, dans ce dernier, au moment où il s'aimante pour la première fois, un courant induit *infiniment plus énergique* que quand on l'aimante de nouveau; mais ce courant induit peut reprendre toute son énergie si, avant de provoquer cette nouvelle aimantation, on a eu soin de *détacher préalablement l'un de l'autre les deux électro-aimants;* or cet affaiblissement du courant induit, aux secondes aimantations, ne peut provenir que de la dissimulation du magnétisme au point de jonction des deux pièces;

» 3° Qu'un cylindre de fer doux qui, comme on le sait, est attiré à l'intérieur d'une hélice galvanique quand le fil de cette hélice est en cuivre, ne l'est plus du tout quand ce fil est en fer; et il en est de même si le canon

métallique, sur lequel est enroulée l'hélice, est construit avec ce dernier métal;

» 4° Qu'un barreau en acier trempé, qu'on aimante d'après le système Duhamel, c'est-à-dire en le munissant d'armatures, est beaucoup plus énergique que quand il en est dépourvu, précisément parce que le magnétisme, dans le premier cas, est maintenu développé pendant les alternatives des frictions.

» Je donnais, comme conséquences de cette action de condensation, d'abord l'*uniformité de polarité* qu'acquiert une armature soumise à l'action d'un seul pôle magnétique et l'*affaiblissement considérable de l'énergie magnétique du système*, du côté de cette armature; en second lieu, l'attraction qui se produit entre deux pôles magnétiques de même nom, quand ils sont à très-petite distance l'un de l'autre, et que l'un est d'une puissance plus grande que l'autre; en troisième lieu, le mouvement et la position en croix que prend une armature de fer doux, quand elle est un peu bombée au milieu et qu'on la place sur le pôle prolongé d'un aimant droit, parallèlement à son axe; en quatrième lieu, la projection assez énergique d'un bouchon de fer fermant librement l'extrémité polaire d'un aimant tubulaire, aussitôt qu'on vient à aimanter celui-ci; en cinquième lieu, l'accroissement énorme de l'énergie d'un aimant droit à l'un de ses pôles, quand on munit son autre pôle d'une masse de fer.

» Dans les différents Mémoires que j'ai publiés sur cette question, je n'explique pas ces effets de condensation par une accumulation des fluides magnétiques, ni par leur déplacement d'une molécule à l'autre, comme on me l'a fait dire, mais simplement par un changement d'orientation dans l'axe des *polarités atomiques* des molécules magnétiques, hypothèse qui ne change en rien la théorie d'Ampère dans sa liaison avec les effets dynamiques des aimants.

» D'après cette théorie, les aimants auraient deux genres d'action : une *action dynamique*, s'exerçant à la manière des solénoïdes d'Ampère et dont le centre correspondrait au milieu du barreau, en fournissant une résultante parallèle aux spires de l'hélice magnétique, et à cette action devraient être rapportés les effets d'induction produits par les aimants, ainsi que les forces directrices échangées entre eux et les courants; en second lieu, une *action statique*, qui constituerait la force attractive, laquelle serait dépendante des pôles magnétiques, points où les polarités atomiques prendraient une orientation variable suivant les conditions de l'aimant par rapport aux corps qui l'entourent. Si l'aimant n'est impressionné par aucun corps

magnétique, placé dans le voisinage, les polarités atomiques se disposent de manière à constituer entre elles un état d'équilibre tel que des polarités de noms contraires se trouvent le plus possible opposées l'une à l'autre, et il en résulte, aux deux extrémités du barreau, des polarités différentes avec deux centres d'action, désignés sous le nom de *pôles*, dont j'ai indiqué les conditions dans mon *Étude du magnétisme*. Si maintenant on admet qu'un corps magnétique se trouve soumis à l'action de ces polarités ainsi distribuées, celles-ci provoquent une réaction par influence, qui a pour effet de faire prendre aux axes des polarités atomiques une nouvelle position d'équilibre et une nouvelle orientation qui déplacent les centres d'action ou pôles, et les portent vers le corps influencé, en donnant à l'attraction et aux polarités elles-mêmes une action d'autant plus vive que les deux corps se trouvent plus rapprochés : or cette action est au maximum à leur contact; mais le courant magnétique n'en subsiste pas moins pour cela, de même qu'un courant électrique traversant un câble sous-marin n'en agit pas moins comme source dynamique, bien que provoquant en même temps latéralement une action statique. Enfin quand, à un aimant muni à l'un de ses pôles d'une armature, on présente une seconde armature, les polarités atomiques se trouvent de nouveau influencées, et, pour satisfaire à la double action qui est provoquée, elles prennent une nouvelle position d'équilibre, qui ne peut naturellement se produire qu'au préjudice de la première action, et cela dans un rapport à peu près proportionnel à la masse des corps influencés et surtout à leur *surface*.

» J'ai longuement discuté toutes ces questions, dans mes différents travaux sur le magnétisme, et c'est pour éviter toute ambiguïté à leur égard que j'ai cru devoir les résumer dans cette Note. »

CHIMIE. — *Sur quelques combinaisons phosphorées de zinc et de cadmium;* Note de M. B. RENAULT, présentée par M. Balard.

« Il y a quelques années (1), j'ai fait connaître les combinaisons de zinc et de phosphore suivantes :

» 1° Un phosphure compacte ou cristallisé, Zn^3Ph;

» 2° Un phosphure cristallisé, Zn^2Ph;

» 3° Un phosphure jaune amorphe pulvérulent, Zn^3Ph;

» 4° Un phosphure cristallisé en aiguilles déliées dont la couleur variait

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX.

du jaune pâle, jaune orangé, au rouge vermillon, et dont la composition m'avait offert quelque incertitude. J'ajouterai les faits suivants à cette étude :

» Si l'on dirige des vapeurs de phosphore sur du zinc métallique, sur l'oxyde ou le carbonate du même métal, chauffés au rouge sombre, la masse devient incandescente, et l'on trouve après refroidissement un mélange de phosphure de zinc d'un aspect métallique $Zn^2 Ph$, dont une portion a cristallisé après sublimation, et d'aiguilles déliées quelquefois transparentes, flexibles, brunes, ou jaune pâle, jaune orangé ou rouge vermillon.

» Si l'on chauffe ces dernières modérément, dans un tube fermé, toutes prennent une teinte rouge qu'elles conservent; à une température plus élevée, elles perdent du phosphore et se transforment en phosphure d'un aspect métallique, $Zn^2 Ph$.

» A l'air, elles brûlent avec une flamme éclatante et laissent un résidu de phosphate de zinc fondu.

» Les acides chlorhydrique et sulfurique ne les dissolvent que lentement, même à chaud; elles sont au contraire vivement attaquées par l'acide azotique; mélangées avec des corps oxydants (azotates, chlorates, etc.), elles détonnent par le choc.

» Les lames d'argent ou de platine sont trouées facilement à leur contact au rouge sombre, et la combinaison du métal avec le phosphure se fait avec incandescence.

» Pour les séparer des phosphures et phosphates de zinc, qui les accompagnent presque toujours quand on les prépare au moyen de vapeurs de phosphore et de zinc ou d'oxyde de zinc, il est nécessaire de les laver à plusieurs reprises avec de l'acide chlorhydrique étendu. Ainsi purifiées, elles offrent à l'analyse la composition Zn Ph.

» *Phosphures de cadmium.* — Les phosphures de cadmium peuvent être préparés de la même manière que les phosphures de zinc précédents.

» Toutefois les vapeurs de phosphore ne produisent pas, en arrivant sur l'oxyde chauffé, le phénomène d'incandescence que l'on remarque avec l'oxyde de zinc, et il paraît y avoir une assez grande différence dans la facilité avec laquelle les phosphures de cadmium peuvent se former.

» Les phosphures que j'ai étudiés sont ceux qui répondent aux formules $Cd^2 Ph$ et Cd Ph.

» *Phosphure* $Cd^2 Ph$. — Il a le même aspect métallique que le phosphure de zinc correspondant, et la plupart de ses propriétés chimiques. Ainsi il

se dissout facilement dans les acides étendus, avec production d'hydrogène phosphoré non spontanément inflammable (1), détonne par le choc quand il est mélangé avec des corps oxydants, est attaqué rapidement par l'acide azotique, décompose le sulfure de plomb avec production de plomb métallique, sulfure de cadmium et phosphore. Quelques échantillons complétement exempts de phosphure de cadmium rouge ont donné à l'analyse la composition Cd^2Ph.

» *Phosphure* CdPh. — Ce phosphure se présente sous la forme de houppes soyeuses, rouge carmin, quelquefois en lamelles bleu indigo, mais le plus souvent sous la forme de petits cristaux d'un rouge rubis, translucides, disséminés à la surface et dans la masse du phosphure précédent : on peut le préparer en chauffant un mélange de phosphate d'ammoniaque, de mercure ou de bioxyde d'étain, avec du carbonate de cadmium et du charbon. Le bec de la cornue doit pénétrer dans une allonge de terre en partie engagée dans le fourneau, et qui sert alors de vase de condensation; on le débarrasse facilement du phosphure Cd^2Ph en dissolvant ce dernier dans l'acide chlorhydrique faible.

» Les propriétés chimiques et physiques sont généralement les mêmes que celles du phosphure de zinc correspondant ZnPh. Je ne signalerai ici que ce fait particulier : tandis que le phosphure rouge de zinc n'est attaqué qu'avec une certaine lenteur par l'acide chlorhydrique bouillant, le phosphure de cadmium en poudre fine est au contraire attaqué rapidement par cet acide, avec dégagement d'hydrogène phosphoré non spontanément inflammable, et la liqueur qui renferme du chlorure de cadmium et de l'acide hypophosphoreux tient en suspension un corps amorphe d'un beau jaune.

» $2^{gr},792$ de phosphure CdPh ont fourni 235 centimètres cubes d'hydrogène phosphoré ou 12,9 pour 100; d'autre part $0^{gr},2345$ de phosphore rouge ont fourni $0^{gr},061$ de ce corps amorphe jaune, ou 26 pour 100; et $0^{gr},800$ de ce dernier produit après calcination à 300 degrés ont perdu 60 milligrammes ou 7 pour 100 du poids, perte due à un dégagement d'hydrogène phosphoré. Après cette calcination, le dégagement gazeux ayant cessé, le produit jaune, devenu d'une couleur rouge brique et analysé, renfermait 93 pour 100 de phosphore. L'interprétation de ces résultats amènerait à exprimer l'action de l'acide chlorhydrique sur le phosphure de

(1) Si la réaction n'est pas trop vive.

cadmium par la formule suivante :

$$6HCl + 6CdPh + HO = 6CdCl + Ph^4HO + 2PhH^3.$$

» Quelques différences dans les propriétés chimiques du corps jaune obtenu par l'action de HCl sur CdCl et celui décrit récemment dans les *Comptes rendus* (séance du 6 janvier), par M. Gauthier, laisseraient pourtant quelques doutes sur leur identité. Voici celles que j'ai constatées autrefois.

» Ce corps est d'un beau jaune, insoluble dans tous les dissolvants ordinaires du phosphore, possédant une odeur alliacée. Si on le chauffe, il dégage de l'hydrogène phosphoré à partir de 80 degrés; le dégagement devient rapide à 175 degrés; en même temps qu'il se décompose, sa couleur change, se fonce; il devient rouge brique à 200 degrés. S'il est chauffé à l'air brusquement, à 150 degrés il s'enflamme, à 280 degrés un peu de phosphore distille, mais la plus grande partie du résidu n'est pas altérée à la température d'ébullition du mercure.

» Projeté sur du soufre maintenu à une température voisine de sa fusion, il s'y combine avec production de lumière; le résidu rouge qui a supporté une température de 30 degrés ne s'enflamme pas au contact du soufre fondu. La potasse, en solution faible, le brunit et le dissout à froid, avec dégagement d'hydrogène phosphoré; l'acide azotique concentré l'enflamme, et il détonne avec la plus grande facilité avec les corps oxydants. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse des matières organiques douées du pouvoir rotatoire. Production des acides tartriques droit et gauche, en partant du gaz oléfiant;* Note de M. E. JUNGFLEISCH, présentée par M. Cahours.

« I. Les recherches synthétiques ont donné depuis vingt ans aux chimistes des résultats tellement merveilleux que la production artificielle des principaux matériaux dont se composent les êtres vivants semble devoir être réalisée dans un temps relativement court. Il est cependant une propriété physique, le pouvoir rotatoire, qui, commune à un grand nombre de composés naturels, ne se retrouve jusqu'ici dans aucune des substances organiques obtenues par la synthèse chimique. D'après certaines idées émises en premier lieu par Biot et partagées par beaucoup de savants, on considère, en effet, les substances douées du pouvoir rotatoire comme produites seulement dans les organismes vivants et par des actions que la science serait impuissante à provoquer. Tel est le problème que je crois

avoir résolu. En effet, j'ai pris le gaz oléfiant, composé facile à obtenir par synthèse, et je l'ai transformé en acides tartriques optiquement inactifs, puis j'ai dédoublé le produit ainsi obtenu en deux acides symétriques entre eux, nettement caractérisés par les phénomènes optiques et cristallographiques, doués l'un du pouvoir rotatoire à droite, l'autre du pouvoir rotatoire à gauche : l'acide droit est identique avec l'acide naturel.

» II. Rappelons d'abord l'état de la question.

» Les belles recherches de M. Pasteur ont établi qu'il existe quatre variétés d'acide tartrique, savoir :

» 1° L'acide tartrique naturel, hémièdre et doué du pouvoir rotatoire à droite;

» 2° L'acide tartrique gauche, hémièdre et doué du pouvoir rotatoire à gauche;

» 3° L'acide racémique, combinaison optiquement neutre des deux acides actifs qu'il peut reproduire par son dédoublement;

» 4° L'acide tartrique inactif, privé d'hémiédrie et de pouvoir rotatoire comme le précédent, mais non dédoublable.

» Dans une première série de recherches que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, j'ai étudié les conditions dans lesquelles l'acide tartrique inactif est transformé en acide racémique, et j'ai montré comment on peut réaliser cette transformation d'une manière régulière et sur de grandes quantités de matière. J'ai montré de plus que l'acide racémique ainsi obtenu est identique à l'acide racémique de Thann et dédoublable en acides tartriques droit et gauche conformément aux méthodes de M. Pasteur.

» III. Ces résultats m'ont engagé à pousser plus loin, en m'attachant d'abord à l'acide tartrique formé artificiellement. En effet, en 1860, MM. Perkin et Duppa ont établi (1) que l'acide succinique peut être transformé en acide tartrique : l'acide qu'ils avaient obtenu a été étudié par M. Pasteur et reconnu par lui comme un mélange des acides racémique et tartrique inactif (2). Mais les recherches des éminents chimistes anglais, quelque remarquables qu'elles soient au point de vue chimique, ne résolvent cependant pas la question de la production artificielle du pouvoir rotatoire. Elles ont été faites avec l'acide succinique ordinaire, qui provient,

---

(1) *Quarterly Journal of the Chemical Society*, t. XIII, p. 102 (juillet 1860). — *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LX, p. 234.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXI, p. 484; 1861.

on le sait, de matières naturelles diverses; on peut donc se demander, comme l'a fait avec raison M. Pasteur (1), si cet acide succinique « est réellement inactif par nature », s'il ne serait pas plutôt « inactif par compensation », ou bien même « si cet acide succinique ne serait pas un corps actif dont l'action sur la lumière polarisée serait très-faible et difficile à mettre en évidence ».

» Or, peu de temps après la publication des expériences de MM. Perkin et Duppa, M. Maxwel Simpson a eu l'heureuse idée d'étendre aux composés polyatomiques les faits relatifs aux nitriles découverts par MM. Dumas, Malaguti et Le Blanc, et il a formé ainsi, entre autres synthèses remarquables, de l'acide succinique au moyen du gaz oléfiant ou éthylène, par l'intermédiaire du cyanure d'éthylène. L'éthylene, d'ailleurs, peut être obtenu facilement en partant de l'acétylène, formé lui-même par l'union directe des éléments carbone et hydrogène, comme l'a montré M. Berthelot. Si donc on peut, en partant du gaz oléfiant, préparer de l'acide succinique et répéter ensuite avec lui les expériences de MM. Perkin et Duppa; si de plus l'acide tartrique obtenu est résoluble en deux acides optiquement actifs, la question sera complétement élucidée.

» IV. J'ai donc préparé de l'acide succinique en partant de l'éthylène.

» Le travail que j'entreprenais exigeant un grand nombre de réactions qui donnent chacune un faible rendement, j'ai dû opérer sur des quantités de matière considérables : je n'ai pas mis en œuvre moins de 3800 grammes de bibromure d'éthylène parfaitement pur. Ce produit a été transformé, par portions de 300 grammes, en dicyanure d'éthylène, en suivant exactement les indications de M. Simpson. J'ai ensuite changé le cyanure en acide succinique; cette opération étant pénible et d'un rendement médiocre dans les conditions signalées par le savant anglais, je l'ai modifiée de la manière suivante. Le dicyanure coloré, obtenu comme résidu brut en distillant la solution alcoolique séparée du bromure de potassium formé, a été dissous dans cinq ou six fois son volume d'eau et chauffé au bain-marie; on y a ajouté peu à peu de l'acide azotique étendu de son poids d'eau; ce dernier donne lieu à de l'azotate d'ammoniaque et à de l'acide succinique

$$C^4H^4(C^2Az)^2 + 2AzO^5HO + 4H^2O^2 = C^8H^6O^8 + 2AzO^5AzH^4O.$$

» Cette manière d'opérer, qui d'ailleurs me parait applicable dans

(1) *Ann. de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXI, p. 484; 1861.

beaucoup de cas analogues, donne une réaction plus nette que l'emploi de la potasse; en outre, l'acide azotique oxyde les matières étrangères sans attaquer l'acide succinique, ce qui fournit une liqueur incolore. Celle-ci est alors neutralisée par la potasse et précipitée par un sel de plomb; enfin le succinate de plomb est changé en acide succinique par l'hydrogène sulfuré.

» En opérant ainsi j'ai obtenu, malgré les pertes inévitables qu'entraînent d'aussi longues manipulations, plus de 300 grammes d'acide succinique pur et parfaitement cristallisé.

» V. J'ai changé ce corps en acide bibromé, puis en acide tartrique, d'après les procédés signalés par MM. Perkin, Duppa et Kekulé, mais en leur faisant subir diverses modifications qui augmentent beaucoup les rendements, mais qu'il serait trop long de développer ici.

» Je dirai seulement qu'en employant une quantité totale de 247 grammes d'acide succinique provenant de l'éthylène, j'ai obtenu 62 grammes de tartrate de chaux incolore et cristallin.

» Le tartrate de chaux ainsi préparé est identique avec celui que m'ont donné tous les essais préliminaires faits avec l'acide succinique du commerce : c'est un mélange de racémate et de tartrate inactif de chaux. J'ajoute que, dans cette longue série d'opérations, je n'ai pu constater la moindre différence entre les réactions de l'acide succinique de synthèse et celui d'origine naturelle.

» J'ai transformé en acides libres le sel de chaux obtenu, puis en acide racémique tout l'acide inactif qu'il contenait.

» VI. Après avoir mis à part quelques cristaux de l'acide racémique préparé synthétiquement, j'ai transformé le reste en tartrate double de soude et d'ammoniaque, conformément à la méthode de M. Pasteur. La liqueur m'a donné deux sortes de cristaux : les uns, très-nettement hémièdres à gauche et identiques au tartrate gauche, forment une solution douée du pouvoir rotatoire à gauche, comme je m'en suis assuré; les autres cristaux, hémièdres à droite et identiques au tartrate droit, forment une solution douée du pouvoir rotatoire à droite. En pesant, par exemple, $3^{gr},04$ de ces derniers et en les dissolvant dans l'eau, de manière à faire 26 centimètres cubes de liqueur, j'ai observé au polarimètre, pour une longueur de 2 décimètres, une déviation de $5^{\circ}3'$: or le pouvoir rotatoire spécifique admis pour le sel en question conduit dans ce cas à une déviation théorique de $6^{\circ}4'$. La différence peut être négligée dans un premier essai fait avec un sel simplement obtenu par première cristallisation. Dans tous les cas, les expériences ci-

dessus démontrent l'existence du pouvoir rotatoire dans les acides tartriques synthétiques.

» VII. En résumé, l'acide racémique et l'acide tartrique inactif provenant du gaz oléfiant sont identiques aux mêmes corps d'origine naturelle, et tous deux peuvent engendrer, directement ou indirectement, les acides tartriques droit et gauche, symétriques entre eux et doués du pouvoir rotatoire.

» Ces faits me paraissent démontrer, en dehors de toute hypothèse sur l'activité optique plus ou moins dissimulée de l'acide tartrique inactif, que le pouvoir rotatoire peut être créé sans l'intervention de la vie et au moyen des composés formés par la synthèse totale des éléments.

» Je poursuis l'application de ces idées et de ces méthodes à d'autres séries de composés organiques. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Forêts ensevelies sous les cendres éruptives de l'ancien volcan du Cantal, observées par M. J. Rames, et conséquences de cette découverte pour la connaissance de la végétation dans le centre de la France à l'époque pliocène;* Note de M. G. DE SAPORTA, présentée par M. Brongniart.

« Les découvertes dont je vais rendre compte sont relatives à la flore pliocène, très-peu connue jusqu'ici. Elles permettent d'entrevoir la distribution géographique de cette flore, sa composition formée d'un mélange d'espèces aujourd'hui éteintes, d'autres demeurées indigènes ou depuis lors émigrées, enfin les modifications qu'elle présentait suivant les stations qu'elle occupait. Ces découvertes sont trop récentes et trop partielles pour ne pas être incomplètes; mais les gisements sont d'une telle richesse et reparaissent sur une si grande étendue, que l'on est fondé à croire qu'avec le temps nous arriverons à décrire avec précision les forêts pliocènes du Cantal. Selon M. J. Rames, qui a fait de la géologie du Cantal une étude particulière, le pays n'aurait eu qu'un faible relief jusque vers le miocène, et sa surface aurait été occupée par des lacs. A ce moment seraient survenues les premières coulées basaltiques, recouvertes par le miocène supérieur avec restes d'*Amphicyon*, *Machairodus*, *Mastodon angustidens*, *Dinotherium giganteum*, *Hipparion*, etc. Le relief a dû alors s'accentuer, et c'est à la surface d'un sol déjà bouleversé, sur les flancs du nouveau volcan, et pendant une longue période de repos, que s'établit la végétation retrouvée par M. Rames. Ce jeune géologue affirme qu'aucun changement essentiel n'est venu depuis cette époque modifier l'aspect général de la contrée; on peut

donc admettre, ce qui est essentiel pour la juste appréciation de l'ancienne flore, que les espèces pliocènes croissaient à peu près à la même altitude où se montrent leurs débris, lorsqu'une violente éruption, accompagnée de pluies de cendres mêlées d'eau et suivies d'avalanches boueuses, vint à se produire. Les forêts furent alors ensevelies ou détruites, les lits de feuilles qui jonchaient le sol recouverts et moulés; sur bien des points, les troncs sont restés debout ou couchés. Des deux localités qui ont fourni des empreintes, mais qui sont loin d'être les seules, l'une, le *Pas-de-la-Mougudo*, est située à une altitude de 980 mètres, sur le revers méridional du Cantal; l'autre, Saint-Vincent, à 925 mètres, sur le penchant opposé. Mais les découvertes de M. J. Rames acquièrent une importance plus grande par leurs liaisons avec celles dont les tufs de Meximieux (Ain) ont été l'objet; c'est dans ce but que j'ai mis en regard la flore des trois localités; j'ai eu soin en même temps de souligner le nom des espèces communes à deux d'entre elles et de marquer d'un astérisque celles qui sont actuellement vivantes. Les trois listes ont été l'objet d'un examen rigoureux; tout ce qui a paru douteux en a été éliminé, tandis que les nouveautés les plus récentes étaient adjointes à celle de Meximieux.

MEXIMIEUX (Ain).
(Alt. 250 à 300 mètres).

*Woodwardia radicans, Cav.
Glyptostrobus europæus, Heer.
*Torreya nucifera, Sieb et Zucc.
Bambusa lugdunensis, Sap.
Quercus præcursor, Sap.
*Populus alba (L.) pliocenica.
Populus anodonta, Sap.
Platanus aceroides, Gœpp.
Liquidambar europæum, Al. Br.
Oreodaphne Heerii, Gaud.
Persea amplifolia, Sap.
Persea assimilis, Sap.
*Laurus nobilis, L.
*Laurus canariensis, Webb.
*Viburnum tinus, L.
*Viburnum rugosum, Pers.
*Nerium oleander (L.) pliocenicum.
Vitis subintegra, Sap.
Menispermum latifolium, Sap.
Magnolia fraterna, Sap.
Tilia expansa, Sap.
Acer subpictum, Sap.
Acer latifolium, Sap.
**Acer (opulifolium) granatense*, Boiss.
*Acer campestre (L.) pliocenicum.
Carya minor, Sap.
*Ilex balearica (Desf.) pliocenica.
*Punica granatum (L.) pliocenica.

PAS-DE-LA-MOUGUDO (Cantal).
(Alt. 980 mètres.— Versant merid.)

*Aspidium filix-mas? Sw.
*Abies pinsapo, Boiss. (squama strobili).
Bambusa lugdunensis, Sap.
*Alnus glutinosa var. orbicularis, Sap.
Carpinus suborientalis, Sap.
**Fagus sylvatica* (L.) *pliocenica*.
**Zelkova crenata*, Spach.
Ulmus Cocchii, Gaud.
Sassafras Ferretianum, Mass.
Oreodaphne Heerii, Gaud.
Vaccinium parcedentatum, Sap.
Hamamelis latifolia, Sap.
Tilia expansa, Sap.
Grewia crenata Heer.
**Acer polymorphum* (Sieb et Zucc.) *pliocenicum*.
Acer integrilobum, O. Web.
Dictamnus major, Sap.
Zygophyllum Bronnii, Sap. (Ulmus Bronnii Ung)
**Pterocarya fraxinifolia* (Spach) *pliocenica*.

SAINT-VINCENT (Cantal).
(Alt. 925 mèt.—Versant septentr.).

Pinus sp. foliis quinis.
Pinus sp. foliis ternis.
Carpinus suborientalis, Sap.
**Fagus sylvatica* (L.) *pliocenica*.
*Quercus robur (L.) pliocenica.
**Zelkova crenata*, Spach.
Ulmus Cocchii, Gaud.
*Morus rubra (Wild.) pliocenica.
*Populus tremula, L.
Sassafras Ferretianum, Mass.
Benzoin latifolium, Sap.
Vitis subintegra, Sap.
Sterculia Ramesiana, Sap.
Acer subpictum, Sap.
**Acer polymorphum* (Sieb et Zucc.) *pliocenicum*.
Acer Ponzianum, Gaud.
**Acer (opulifolium) granatense*, Boiss.
Carya maxima, Sap.
**Pterocarya fraxinifolia* (Sp.) *pliocenica* (folia fructusque).

» Les enseignements qui résultent du parallélisme des tableaux précédents sont de plus d'une sorte; ils nous éclairent, non-seulement sur l'etat de la végétation européenne à l'époque pliocène, mais sur l'origine même des espèces actuelles. Ne pouvant entrer dans les détails, j'insisterai en peu de mots sur les côtés les plus saillants. Les espèces communes entre Meximieux et les localités du Cantal sont au nombre de six, dont les plus caractéristiques sont le *Bambusa lugdunensis* et l'*Acer subpictum*, celui-ci très-voisin des *A. pictum*, Thb., et *cultratum*, Wall. L'affinité de cette végétation, prise dans son ensemble avec celle des localités pliocènes de l'Italie centrale, n'est pas moins évidente. Le *Zelkova crenata*, Spach, le *Liquidambar europæum*, Al. Br., l'*Oreodaphne Heerii*, Gaud., le *Sassafras Ferretianum*, Mass., les *Laurus nobilis* et *canariensis*, les *Acer ponzianum*, Gaud., et *subpictum*, Sap., le *Pterocarya fraxinifolia*, Sp., doivent être plus particulièrement signalés comme étant alors répandus sur un très-grand espace.

» Si l'on s'attache aux effets de l'altitude, on constate une gradation bien marquée en passant de Meximieux, localité peu élevée au-dessus du niveau de la mer, à celles du Cantal, dont l'élévation actuelle dépasse 900 mètres, et dont l'altitude ancienne n'était pas moins de 700 à 800 mètres, en tenant compte d'un surexhaussement général du sol.

» Les essences à feuilles persistantes et les formes méridionales, particulièrement les Laurinées des pays chauds, les *Nerium*, *Magnolia*, *Viburnum*, *Punica*, etc., y sont remplacées par des Laurinées à feuilles caduques et par des formes semblables à celles qui peuplent la zone tempérée proprement dite. Les formes canariennes, méditerranéennes, font place à celles de l'Europe centrale, du Caucase ou de l'Amérique du nord. Plusieurs de nos espèces actuelles, associées à d'autres qui sont devenues exotiques, se montrent avec plus ou moins d'abondance, et enfin on observe les vestiges clair-semés d'une association végétale, située à une plus grande élévation encore et où dominent les pins et les sapins. La présence, à la *Mougudo*, d'une écaille pareille à celles de l'*Abies pinsapo* est un fait curieux, mais non pas isolé, puisqu'une variété de l'*Acer opulifolium*, répandue à Meximieux, comme dans le Cantal, reproduit les caractères de l'*Acer opulifolium granatense*, rencontré par Boissier à la sierra Nevada, et depuis en Algérie. Cette considération amène naturellement à celle de l'ancienneté de certaines races ou sous-espèces du monde actuel, qui ont dû exister sous l'aspect qui les distingue dès l'époque pliocène. Ces races paraissent même avoir été plus multipliées autrefois que de nos jours. L'*Acer Sismondæ*, Gaud. (Toscane), l'*Acer latifolium*, Sap. (Meximieux), l'*Acer Ponzianum*,

Gaud. (Toscane, Saint-Vincent), constituent autant de sous-espèces liées au type de l'*A. opulifolium* au même titre que l'*A. granatense*.

» La présence en Europe d'espèces aujourd'hui exclusivement canariennes ou japonaises est un autre fait dont l'importance et la singularité parlent de soi. L'*Acer polymorphum* doit être remarqué à cause de son feuillage, dont l'extrême élégance a attiré depuis longtemps l'attention des horticulteurs. La forme pliocène se rapporte à la variété *palmatum-septemlobum* (*A. septemlobum*, Thb.). Les samarres fossiles sont un peu plus grandes, mais elles affectent la même apparence extérieure que celles de l'érable actuel du Japon.

» Entre les deux localités du Cantal, le *Pas-de-la-Mougudo* et *Saint-Vincent*, exposées, la première au sud, la seconde au nord, les différences ne sont pas des plus tranchées; elles sont sensibles pourtant par l'affluence relative plus marquée, à Saint-Vincent, des espèces vivantes européennes, l'absence du *Bambusa lugdunensis*, l'abondance du charme, du hêtre, de l'orme; enfin, par la présence du chêne rouvre et du tremble.

» Sous quel aspect se présentent les espèces actuelles au sein de la nature pliocène? L'impossibilité de distinguer sérieusement les formes anciennes de celles qui leur correspondent dans l'ordre contemporain nous a obligé de réunir les premières à celles-ci. Cette identité n'est cependant pas tout à fait absolue; elle n'exclut pas du moins l'existence de certaines nuances, très-faibles, il est vrai, dans la plupart des cas, mais qui montrent que ces espèces n'ont pas laissé que de subir, depuis un temps aussi reculé, quelques légères modifications qui les constituent généralement vis-à-vis de celles de nos jours à l'état de variété. — L'*Alnus glutinosa* concorde presque avec la variété *barbata* ou *denticulata* (*A. denticulata*, C. A. M.) qui habite le Caucase. Les feuilles du *Populus tremula* sont petites et faiblement sinuées sur les bords; celles du *Quercus robur pliocenica* ont des lobes obtus et assez peu profondément divisés. L'*Acer polymorphum pliocenicum* présente des feuilles à sept lobes un peu plus allongés que dans le type actuel. Le *Pterocarya fraxinifolia* pliocène montre des nervures un peu moins recourbées en avant et des fruits sensiblement plus petits que dans l'espèce vivante du Caucase. Enfin le hêtre pliocène, dont il existe un très-grand nombre de feuilles, est plus polymorphe que le nôtre. Certaines de ses empreintes rappellent le *Fagus ferruginea;* les dentelures sont tantôt saillantes, tantôt réduites à des sinuosités, comme dans le *F. sylvatica* ordinaire; mais, parmi les exemplaires fossiles, il en existe beaucoup qu'il est impossible de distinguer de celui-ci.

» S'il était nécessaire de créer des noms d'espèces pour des divergences aussi flottantes que celles que je viens d'indiquer, il faudrait par le même motif subdiviser à l'infini les espèces vivantes. Il est visible cependant que la présence si souvent réclamée, à titre d'argument décisif, d'espèces fossiles à peu près semblables aux nôtres, et se rattachant en même temps par certains côtés à des formes éteintes, incontestablement tertiaires, se trouve dès maintenant constatée, et avec d'autant plus de raison que, plusieurs même des espèces pliocènes auxquelles je conserve provisoirement une dénomination particulière sont en réalité séparées des espèces actuelles correspondantes par un intervalle tellement faible, que de nouvelles observations pourront aisément le diminuer ou même le faire entièrement disparaître. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Description d'une masse de fer météorique, dont on a observé la chute dans le sud de l'Afrique, en 1862, et Remarques sur l'enstatite;* Note de M. L. Smith, présentée par M. Daubrée.

« *Fer météorique de Victoria-West, colonie du Cap.* — Quoique l'on connaisse ce fer depuis dix ans, il n'a pas encore été décrit, et cependant c'est l'un des plus intéressants spécimens de cette classe de météorites. Je suis parvenu à recueillir tous les faits qui s'y rapportent; ils sont peu nombreux, les voici :

» La chute fut observée pendant l'année 1862 par un fermier hollandais à Victoria-West, dans la colonie du Cap. Le fer, donné d'abord à M. Auret, le gouverneur civil du district, passa au musée Sud-Africain de la ville du Cap.

» Bien que ce fer eût de la tendance à se décomposer rapidement, il n'a pas subi la décomposition qui aurait eu inévitablement lieu si la masse fût restée quelque temps exposée aux influences atmosphériques. Ceci ajouté au fait que le fermier ne pouvait avoir aucune raison de tromper qui que ce fût à l'occasion d'un corps reconnu avec certitude pour être tombé du ciel, et aussi à la confiance que les affirmations du fermier inspirent à tous ceux qui le connaissent, nous force de conclure que la masse africaine doit être placée à côté des fers d'Agram, de Braunau et de Dickson-County.

» Cette masse, du poids de 3kg, 25, était pyriforme; une extrémité lisse et arrondie, et l'autre (la plus petite) rugueuse, comme si elle avait été arrachée ou séparée d'une météorite plus volumineuse.

» Un petit fragment de ce fer fut d'abord apporté en Europe, en 1868,

et c'est par son étude que son vrai caractère de météorite fut établi. En 1870, les conservateurs du musée Sud-Africain le coupèrent en deux, en conservèrent une moitié, et, de l'autre, débitèrent des fragments pour le British Musæum et les collections de Calcutta, de Vienne et de Berlin, ainsi que pour M. Neville de Goldaming; un échantillon, pesant 375 grammes, me fut envoyé, et c'est d'après cet échantillon que je vais donner ses caractères.

» Ce fer est compacte et tend à se fissurer près de certains points de sa surface. La surface est faiblement oxydée, les sections fraîches montrant un métal tout à fait brillant jusqu'à la croûte externe.

» Les figures de Widmannstætten, développées par les acides, sont de cette sorte, où les lignes sont droites, délicates et diversement inclinées les unes sur les autres, comme je l'ai vu souvent dans les fers riches en schreibersite.

» Ce dernier minéral est, en effet, répandu de toutes parts dans ce fer sous forme de petits amas limités par des lignes droites, qui ont parfois de 10 à 19 millimètres de longueur et 3 millimètres de largeur. Il est de ces amas plus longs et plus étroits; d'autres sont triangulaires ou en fer de flèche, et, sur mon échantillon, on voit un rognon oval dont le grand diamètre est de 38 millimètres et le petit diamètre de 25 millimètres, que la schreibersite a enveloppé sur environ 1 millimètre; le reste du rognon est formé par de la pyrite.

» La densité du fer est égale à 7,692. Soumis à l'analyse, il a donné :

Fer..................	88,83
Nickel.	10,14
Cobalt...............	0,53
Cuivre...............	petite quantité
Phosphore...........	0,28
	99,78

» Tels sont tous les points intéressants relatifs à ce fer.

» *Enstatite ou chladnite.* — La découverte de ce minéral est, sans aucun doute, due au professeur C.-U. Shepard, qui l'a, le premier, décrit dans le *American Journal of Science* de septembre 1846, p. 381, où il l'appelle *chladnite*, et l'établit comme une espèce distincte. Il constitue presque la masse entière de la météorite de Bishopville, tombée en 1843.

» Toutefois M. Shepard n'avait pas reconnu exactement sa composition; il le regardait comme un trisilicate de magnésie.

» Huit années plus tard, un petit fragment de la météorite de Bishop-

ville venant en ma possession, un nouvel examen de sa constitution chimique fut entrepris, et les erreurs de la première analyse découvertes; mais, ne disposant pas d'une quantité suffisante de la météorite pour trier mécaniquement le minéral, ainsi que je suis dans l'habitude de le faire pour toutes mes analyses, une simple annonce fut faite à l'Association américaine pour l'avancement des Sciences, en avril 1854, que, d'après les investigations qui venaient d'être faites, « la chladnite était probablement un pyroxène (1) ».

» Dix années plus tard, un plus gros échantillon de la pierre de Bishopville étant mis à ma disposition, le minéral fut séparé dans un état de grande pureté et je le trouvai composé de :

Silice	59,97
Magnésie	39,33
Peroxyde de fer	0,40
Soude, avec potasse et lithine	0,74
	100,44

» La faible quantité de peroxyde de fer provenait d'un peu de fer métallique qui existe dans la masse.

» Il résulte des nombres précédents le rapport 2 : 1 pour l'oxygène de la silice à celui de la magnésie, rapport correspondant à la formule $\dot{M}g\ddot{S}i$, identique avec celle de l'enstatite de Moravie (2).

» D'après ces observations, on voit que la pierre météorique de Bishopville, malgré la différence de ses caractères extérieurs avec ceux des autres corps similaires, se rapproche de la grande famille des météorites pyroxéniques.

» L'espèce enstatite chimiquement voisine du pyroxène fut d'abord signalée par M. Kenngott comme une nouvelle espèce, dans une Communication faite par lui à l'Académie de Vienne en 1855. Comme les caractères cristallographiques de ce minéral lui donnent le droit d'être séparé du pyroxène, la priorité de découverte appartient au professeur Shepard, et le nom premièrement donné par lui de *chladnite* a la priorité; mais comme, depuis qu'on le connaît, ce minéral est appelé *enstatite* par les minéralogistes, toute tentative de changement de nom n'apporterait que de la confusion, et l'on

(1) Actes de l'Association, pour cette année, reproduits dans le *American Journal of Science* de mars 1855, p. 162.

(2) *American Journal of Science.*

doit le regretter, car le nom de chladnite serait tout à fait approprié pour désigner un minéral dont le type vrai et pur appartient d'une manière si prééminente à des échantillons météoriques.

» Trois minéraux, formant de 90 à 95 pour 100 de la nature lithoïde de toutes les pierres météoriques, sont :

L'enstatite..............	$\dot{R}\ddot{S}i$,	$\dot{M}g\ddot{S}i$;
La bronzite..............	$\dot{R}\ddot{S}i$,	$(\dot{M}g\dot{F}e)\ddot{S}i$;
L'olivine..............	$\dot{R}^3\ddot{S}i$,	$(\dot{M}g\dot{F}e)^3\ddot{S}i$. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Astronomie, par l'organe de son doyen, M. **Mathieu**, présente la liste suivante de Candidats, pour la place laissée vacante, dans son sein, par le décès de M. *E. Laugier:*

En première ligne. . . . . . . **M. Lœwy.**
En deuxième ligne. . . . . . . **M. Janssen.**
En troisième ligne. . . . . . . **M. Wolf.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire Central. — Janv. 1873.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres de la terrasse (1). Minima.	Maxima.	Moyennes.	Thermomètres du jardin. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Température moyenne de l'air à 20 mètres.	Température moyenne du sol à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	à 1m,00.	Thermomètre noir dans le vide (T − t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
1	756,5	5,0	9,5	7,2	4,3	9,6	7,2	»	6,2	6,4	6,9	7,9	3,1	6,63	86,5	»	»
2	748,3	6,6	9,7	8,1	6,4	9,8	8,1	»	6,0	6,5	7,0	7,9	1,0	6,20	85,0	»	»
3	757,5	1,0	8,4	4,7	0,9	8,6	4,7	»	5,5	5,8	6,4	7,9	3,3	6,74	93,0	»	16,0
4	759,0	7,6	11,7	9,6	7,3	11,8	9,5	»	7,4	7,2	7,0	7,8	1,5	7,38	86,7	»	16,5
5	756,3	6,5	9,8	8,2	6,3	10,0	8,1	»	8,0	6,4	7,0	7,8	3,6	6,16	80,5	»	7,0
6	763,6	2,3	6,4	4,3	2,4	6,1	4,2	»	4,9	5,6	6,4	7,8	2,7	6,06	100,0	»	»
7	761,5	0,3	6,1	3,2	0,1	6,5	3,3	»	3,2	4,5	5,9	7,8	5,2	5,36	97,3	»	13,0
8	756,0	0,2	7,6	3,9	-0,1	8,0	3,9	»	3,2	4,0	5,2	7,6	3,6	5,53	88,7	»	8,0
9	753,7	4,0	10,6	7,3	3,9	10,9	7,4	»	6,1	5,6	5,6	7,4	2,3	6,57	77,5	»	7,0
10	754,9	6,6	12,1	9,3	6,7	12,3	9,5	»	7,2	6,8	6,4	7,3	0,8	6,81	76,8	»	»
11	755,6	5,0	11,1	8,0	5,0	11,3	8,1	»	6,4	6,2	6,7	7,3	1,1	6,45	83,3	»	9,0
12	757,4	4,6	10,7	7,6	4,6	9,7	7,1	»	6,3	6,4	6,7	7,4	0,4	6,60	88,5	»	2,5
13	763,7	4,6	9,5	7,0	4,4	9,6	7,0	»	6,5	6,5	6,7	7,4	1,9	6,55	84,5	»	12,0
14	765,0	4,1	9,6	6,8	4,2	9,9	7,0	»	5,4	6,1	6,7	7,5	3,2	6,15	94,0	»	10,5
15	759,4	0,4	7,6	4,0	0,1	7,6	3,8	»	4,8	5,2	6,1	7,5	2,0	5,92	90,0	»	2,0
16	760,8	5,3	10,3	7,8	5,3	10,7	8,0	»	6,5	6,4	6,4	7,4	3,0	7,19	93,5	»	7,0
17	756,9	4,3	10,3	7,3	4,1	10,7	7,4	»	7,0	6,7	6,7	7,4	2,3	7,18	94,5	»	0,0
18	754,9	2,7	8,7	5,7	2,5	8,6	5,5	»	6,2	6,3	6,7	7,4	0,7	6,24	84,8	»	7,5
19	733,5	(2) 3,6	11,5	7,5	3,2	11,7	7,6	»	7,5	7,6	7,2	7,4	0,4	7,26	86,7	»	20,0
20	724,1	(2) 1,2	4,9	3,0	1,1	4,6	2,8	»	3,6	5,2	6,7	7,4	2,3	4,65	84,0	»	16,0
21	729,6	1,0	4,8	2,9	0,9	5,0	2,9	»	3,1	4,2	5,4	7,4	2,4	4,30	80,0	»	16,0
22	728,9	0,2	7,8	4,0	0,3	7,9	4,1	»	4,5	4,5	5,1	7,3	0,9	5,58	80,5	»	20,0
23	746,7	2,3	7,7	5,0	2,0	8,0	5,0	»	3,6	4,2	5,2	7,1	5,1	5,28	84,5	»	8,5
24	739,2	3,6	8,0	5,8	3,6	9,0	6,3	»	5,1	5,2	5,4	7,0	2,5	6,22	91,8	»	9,0
25	755,2	(2) 0,7	5,0	2,8	0,6	4,9	2,7	»	3,3	4,2	5,3	6,9	1,2	4,54	83,5	»	2,0
26	755,1	(2) -2,1	1,0	-0,5	-2,2	0,7	-0,7	»	1,7	3,3	4,6	6,8	1,4	4,12	95,5	»	4,5
27	756,4	-1,7	3,5	0,9	-1,7	3,9	1,1	»	0,8	2,1	3,7	6,6	5,8	3,95	82,7	»	1,5
28	754,3	-2,5	0,5	-1,0	-2,8	1,4	-0,7	»	0,4	1,4	3,1	6,4	5,4	3,36	74,5	»	0,0
29	757,3	-3,3	1,9	-0,7	-4,3	2,7	-0,8	»	0,2	1,2	2,7	6,1	3,3	3,71	86,0	»	0,0
30	752,3	-1,2	1,7	0,2	-1,3	2,1	0,4	»	0,3	1,2	2,4	5,8	0,9	3,99	85,2	»	0,5
31	754,1	0,2	2,3	1,1	0,1	2,3	1,2	»	0,7	1,5	2,4	5,6	0,7	4,32	88,8		0,0
Moy.	752,5	2,4	7,4	4,9	2,2	7,6	4,9	»	4,5	5,0	5,7	7,2	2,4	5,71	86,7	»	»

(1) Ces thermomètres sont appliqués sur la façade nord du bâtiment, sur la terrasse du grand escalier.

(2) Minima calculés par comparaison avec les observations trihoraires des thermomètres du jardin.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire Central. — Janv. 1873.

Dates.	Magnétisme terrestre (1). Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	Pluie. Terrasse (2).	Montsouris.	Évaporation.	Vents. Direction et force	Nuages.	Nébulosité.	Remarques.
	° ′	° ′		mm	mm					
1	A+26,8	B+38,8	»	0,1	»	2,3	S assez fort.	S	0,4	Gouttes de pluie à minuit.
2	27,2	39,3	»	0,9	2,4	1,8	SO assez fort.	SO	0,5	Pluvieux.
3	28,9	39,7	»	1,2	0,6	2,3	SSO fort.	»	0,6	Brume, pluie le soir.
4	28,0	40,3	»	0,6	0,0	1,9	S modéré.	S	0,7	Brume. Halo à 6h s.
5	23,2	40,0	»	»	0,0	2,9	SO modéré.	OSO	0,5	Rosée le soir.
6	27,7	42,1	»	»	»	0,5	S modéré.	SSO	0,6	Brouillard, rosée le soir.
7	22,4	40,6	»	»	»	0,9	SSE faible.	SSO	0,0	Aurore boréale le soir.
8	25,0	44,6	»	»	»	1,2	SSE faible.	SSO	0,8	Brume.
9	22,5	41,0	»	»	»	3,6	S modéré.	SSO	0,9	»
10	29,3	39,8	»	»	»	3,6	S modéré.	SSO	1,0	»
11	27,1	40,7	»	»	»	2,1	S faible.	SSE	0,9	Halo à 6h et 9h du soir.
12	25,5	41,9	»	»	2,8	1,2	SSO faible.	SSO	0,9	Brume, pluvieux le soir.
13	31,7	40,9	»	2,1	»	1,7	SO modéré.	OSO	0,9	»
14	29,5	39,4	»	»	»	1,2	SSO faible.	SO	0,4	Couronne lunaire à 6h30m m.
15	30,4	41,0	»	0,1	»	0,8	SSO faible.	SO	0,9	Gelée blanche.
16	30,4	40,2	»	»	»	1,3	S faible.	SSO	0,9	Brume, rosée le soir.
17	29,7	39,8	»	0,1	0,0	0,4	SSE, O faible.	SO	1,0	Brouillard.
18	30,2	40,9	»	»	0,5	1,6	SSO assez fort.	SSO	1,0	Bourr. de SO dans la nuit 18-19.
19	25,7	40,0	»	2,8	16,0	1,6	SO très-fort.	SO	0,9	Temp. Orage avec grêle de 8 h à 8 h 40 s
20	31,2	39,7	»	14,6	0,4	2,8	SO assez fort.	OSO	0,5	Lueur aurorale le soir.
21	27,0	42,0	»	2,3	2,9	2,2	O fort.	NO	0,6	Neigeux.
22	26,0	39,3	»	2,5	4,7	2,5	OSO fort.	SO	0,9	Pluvieux. Grains.
23	30,6	38,9	»	1,5	3,2	2,1	OSO modéré	OSO	0,4	Brume. Forte pluie à minuit.
24	32,4	38,6	»	4,4	1,7	1,3	SSE, N faible.	S, N	0,7	Brume.
25	26,2	42,1	»	0,2	»	1,9	NNE modéré.	N	0,8	Brume. Gelée blanche le soir.
26	28,0	41,7	»	»	»	(3)	E faible.	»	0,4	Brouillard épais.
27	27,0	41,4	»	»	»	»	E modéré.	E	0,2	Vapeurs le matin.
28	25,9	41,1	»	»	»	»	NE modéré.	NE	0,5	Brume.
29	25,7	42,0	»	»	»	»	E faible.	NO	0,2	Brouillard le matin. Brume.
30	27,5	43,1	»	»	1,7	»	E faible.	NE	1,0	Neige dans l'après-midi.
31	27,6	[illegible]	»	2,0	0,4	»	NE faible.	NE	1,0	Neige le matin. Brume.
Moy.	A+27,6	B+40,8	»	36,4	37,3	»			0,7	

(1) La position du zéro des instruments n'a pas encore été déterminée à l'aide des boussoles de déclinaison et d'inclinaison absolues.
(2) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire de Paris.
(3) La gelée a fait interrompre les observations.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE CENTRAL. — JANVIER 1873.

Résumé des observations régulières.

	6^h M.	9^h M.	Midi.	3^h S.	6^h S.	9^h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	752,48	752,71	752,53	752,30	752,74	752,93	752,83	752,75 (1)
Pression de l'air sec	747,10	747,17	746,44	746,30	746,87	747,28	747,26	747,04 (1)
Thermomètre à mercure (fixe)	3°,65	4°,09	6°,38	7°,02	5°,47	4°,57	4°,35	4°,85 (1)
» (fronde)	3,63	4,24	6,52	7,14	5,46	4,54	4,27	4,90 (1)
Thermomètre à alcool incolore	3,53	3,93	6,22	8,88	5,30	4,42	4,20	4,69 (1)
Thermomètre électrique à 29^m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	3,56	8,28	16,54	12,65	5,02	»	»	10,62 (2
Thermomètre noir dans le vide, T	3,51	7,71	15,36	12,02	5,02	»	»	10,03 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, *t*	3,49	5,71	10,54	9,32	5,02	»	»	7,65 (2)
Excès (T' — t)	0,07	2,57	6,00	3,33	0,00	»	»	2,97 (2)
Excès (T — t)	0,02	2,00	4,82	2,70	0,00	»	»	2,38 (2)
Température du sol à $0^m,02$ de profondr	4,00	4,07	5,13	5,54	4,98	4,52	4,32	4,51 (1)
» $0^m,10$ »	4,80	4,74	5,02	5,35	5,34	5,16	5,03	4,99 (1)
» $0^m,20$ »	5,15	5,07	5,08	5,22	5,27	5,27	5,21	5,16 (1)
» $0^m,30$ »	5,68	5,67	5,63	5,63	5,66	5,69	5,69	5,67 (1)
» $1^m,00$ »	7,26	7,25	7,25	7,24	7,24	7,23	7,22	7,24 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	5,38	5,54	6,09	6,00	5,87	5,65	5,57	5,71 (1)
État hygrométrique en centièmes	88,6	88,8	82,9	78,5	85,3	87,5	87,6	86,7 (1)
Pluie en millimètres (jardin)	10,1	0,9	1,4	3,2	3,8	11,6	6,3	t. 37,3
Évapor. totale en millim. (du 1er au 15)	10,20	1,74	7,30	10,28	7,04	4,72	4,46	t. 45,74
Évaporation moy. diurne en millim.	0,41	0,07	0,29	0,41	0,28	0,19	0,18	t. 1,83
Inclinaison magnétique (3) B +	41',45	40',75	40',73	40',42	40',97	41',57	41',50	41',14 (1)
Déclinaison magnétique (3) A +	27,31	27,62	23,07	22,91	25,68	29,42	29,83	27,48 (1)

Tempér. moy. des maxima et minima (parc)	4°,9
» » (façade nord du bâtiment, terrasse du grand escalier)	4,9
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie)	5,4
Pluie en millimètres (terrasse de l'Observatoire de Paris)	36,4
» (Montsouris, parc)	37,3
Évaporation totale en millimètres, du 1er au 25 janvier	45,7

Nota. — Dans l'installation nouvelle de la boussole des variations de déclinaison, les angles sont comptés positivement dans le sens de l'Est et négativement dans le sens de l'Ouest. Le terme A est donc négatif. Lorsque cette constante aura été déterminée, nous rétablirons les déclinaisons dans leur forme ordinaire et avec leur valeur absolue.

(1) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

(3) La valeur des constantes A et B sera donnée ultérieurement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 10 FÉVRIER 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Explication des taches solaires;* Réponse à une critique des *Memorie degli Spettroscopisti Italiani;* par M. FAYE.

« La *Rivista* contient un article de M. Tacchini et une note du P. Secchi contre l'explication des taches que j'ai proposée dans les séances du 16 et du 30 décembre dernier. Dans la dernière séance, à laquelle je n'ai pu assister, le P. Secchi est revenu sur cette question; mais ce n'est qu'hier que j'ai pu lire son article dans les *Comptes rendus* de lundi dernier. Je le comprendrai pourtant dans ma réponse.

» Ce qui frappe tout d'abord dans le dernier numéro des *Memorie*, ce sont deux magnifiques dessins de taches solaires qui présentent justement le mouvement tourbillonnaire de la manière la plus frappante. Aussi mes savants contradicteurs admettent-ils que les taches ont quelquefois cet aspect; mais ce serait là un fait particulier fort rare. Pour eux, les taches sont un simple phénomène d'éruption produit par l'ascension violente de masses gazeuses internes.

» Mon explication, au contraire, consiste à considérer toutes les taches, sans exception, comme des mouvements tournants, engendrés directement

dans la photosphère elle-même, sous l'influence de l'inégale vitesse, si remarquable, de ses parallèles successifs.

» J'accepte bien volontiers la discussion, seulement je m'attacherai à préciser les quatre objections et les quatre réponses, afin d'abréger et d'être clair.

1° (P. Secchi, *Comptes rendus* de la séance du 3 février, p. 254.) « La confluence de la matière vers le centre de la tache doit tendre à produire un mouvement de rotation; mais, à cause de la petite différence de grandeur des parallèles dont provient la matière, cette cause ne doit pas avoir une grande influence. »

» C'est ici une affaire de calcul. Or, sur le Soleil, aux deux bords opposés d'une simple tache de 1 degré de largeur, par $35\frac{1}{2}$ degrés de latitude, par exemple, la différence des vitesses linéaires n'est pas moindre que 24^{m} par seconde. On n'en trouverait guère plus sur les bords opposés de nos plus dangereux cyclones (1). En tous cas, cette différence, dans une région terrestre bien voisine des vents alizés et de l'origine des grands mouvements tournants de notre atmosphère, se réduirait sur la Terre à moins de 5^{m} par seconde. Elle est donc cinq fois plus forte sur le Soleil, au lieu d'être très-faible, comme le croit le P. Secchi.

2° « On voit quelquefois des traces de rotation vive, mais c'est là un fait exceptionnel; dans le plus grand nombre des taches on ne remarque rien de pareil. »

» Je réponds : l'intérieur des taches, là où la gyration est extrêmement rapide, n'offre aucun point de repère. Quant aux bords, là où règne la pénombre, la gyration est très-lente; cette pénombre elle-même peut être un peu extérieure au tourbillon, puisqu'elle est uniquement due à l'abaissement de température qui se produit dans les tourbillons solaires. Ce phénomène n'est donc pas de ceux qui sautent aux yeux : il y faut quelque attention. Néanmoins la gyration a été reconnue depuis longtemps et par plusieurs observateurs dans bon nombre de taches; dans d'autres, bien plus rares il est vrai, où la pénombre aura été accidentellement entraînée vers l'axe, elle saute aux yeux. Tels sont les faits. Je ne vois pas que l'on puisse tirer de là que les taches ne sont pas des tourbillons; cela tend au contraire, ce me semble, à en suggérer quelque peu l'idée.

---

(1) Un cyclone vient de ravager la Réunion; plus loin, l'île Maurice, qui se trouvait aux limites du cyclone, n'a reçu que de simples brises et des pluies abondantes, dues aux condensations qui s'opèrent d'ordinaire aux limites des mouvements tournants de notre atmosphère.

» Je dis plus; si l'on considère que la rotation de la photosphère présente précisément une singularité éminemment propre à donner naissance à des tourbillons, cette idée se renforce.

» Enfin, si je considère qu'en l'état des choses une tache inerte, soit un nuage, soit une trouée, ne pourrait subsister avec le mode de rotation de la photosphère, sans s'étirer peu à peu en frange parallèle à l'équateur, ainsi que M. Zöllner l'a montré (1), à ce point que le savant allemand conclut de là que les taches doivent être solides, à la manière des scories, je m'emparerai de sa démonstration, en y ajoutant une alternative qu'il a oubliée, à savoir celle des tourbillons. Ceux-ci en effet constituent justement, avec les solides, les seuls modes sous lesquels les taches puissent résister à cette action. Il y a plus; c'est précisément sous l'influence de ce genre d'action que les tourbillons naissent, se maintiennent et se développent dans nos cours d'eau et dans notre atmosphère; et puisque plusieurs taches présentent évidemment ce caractère, c'est que cette troisième alternative est le fait même de la nature.

» 3° L'idée que la segmentation des taches naît de la formation accidentelle de tourbillons secondaires dans le mouvement tournant primitif ne paraît pas soutenable au P. Secchi (*Memorie*).

» Cela n'est pas seulement un point de théorie, mais aussi un point de fait. Je me suis basé sur l'identité dynamique des mouvements tournants engendrés soit dans les couches gazeuses de la photosphère, soit dans celles de notre atmosphère, identité que n'entament pas les différences de température, de pesanteur, etc.

» Or, dans ces derniers, il suffit souvent du moindre obstacle ou d'une variation locale de vitesse pour décomposer un tourbillon primitif en tourbillons partiels, lesquels se succèdent en ligne sur les régions qu'ils traversent, ou bien vont en divergeant lorsqu'ils s'engagent dans des aires de vent différentes. Voir sur ce point capital (du moins sur l'effet des accidents de terrain) les travaux des modernes météorologistes qui se sont occupés de l'étude des cyclones, des orages et en général des mouvements tournants de notre atmosphère (2).

(1) Zöllner, *Ueber das Rotations-Gesetz der Sonne*, 1871, p. 91.

(2) Cf. particulièrement l'excellent ouvrage de M. Marie-Davy sur les *Mouvements de l'atmosphère et des mers*, 1866.

» 4° Les taches ne sont pas surmontées de protubérances, mais bien les facules environnantes; mes savants adversaires en concluent que les taches sont des éruptions et non des tourbillons.

» J'en suis extrêmement surpris, car c'était justement là un des arguments de ma Note du 16 décembre, et je m'estimais heureux d'en avoir tiré la notion d'une circulation souterraine de l'hydrogène solaire.

» Voici les faits formulés par M. Respighi (1), et vérifiés par le P. Secchi et M. Tacchini eux-mêmes :

» *Sul nucleo o non hanno luogo eruzioni, o sono ristrette a getti sottili e poco duraturi.*

» *Sul contorno delle macchie (nelle località delle facole) sorgono ordinariamente getti gassosi di straordinarie intensità e violenze, e di forme ben definite.* Donc les taches ne sont pas dues à des courants ascendants de gaz qui vont trouer la photosphère, c'est-à-dire à des éruptions, car alors ces éruptions gazeuses passeraient par l'ouverture des taches et non par les régions environnantes : on verrait les protubérances au-dessus des taches elles-mêmes, et non plus loin, au-dessus des facules. Je n'ai pas encore réussi à comprendre ce que MM. Tacchini et Secchi opposent à un raisonnement si simple et si concluant, ni comment ils s'expliquent que la flamme d'une éruption qui va trouer la photosphère ne passe pas par ce trou, mais aux environs. (Cf. *Comptes rendus*, p. 255, lignes 9 à 19.)

» Au contraire ma théorie s'accorde pleinement et sans effort avec ces phénomènes. Je la reproduis ici, parce qu'un détail paraît avoir échappé à l'attention de M. Tacchini.

» Les matériaux de la chromosphère, aspirés par un tourbillon, sont abandonnés par lui à son orifice inférieur; mais, animés d'un vif mouvement de rotation, ces matériaux hydrogénés s'écartent de cet orifice par un effet de force centrifuge et remontent jusqu'à la surface, tout autour, mais loin du tourbillon, par suite de leur légèreté spécifique. Ils font donc irruption dans la chromosphère par la région des facules qui entourent généralement l'orifice supérieur. C'est la reproduction fidèle, textuelle du phénomène si bien décrit par M. Respighi. M. Tacchini, dans les *Memorie*, me fait dire que ces matériaux remontent dans l'axe même du tourbillon. On voit qu'il s'agit d'une simple méprise que le savant auteur ne manquera pas de corriger.

---

(1) *Atti della R. Accademia dei Lincei*, 1870.

» On voit dès lors que la circulation *souterraine* de l'hydrogène chromosphérique ne va pas plus loin dans le corps du Soleil que la profondeur même des tourbillons (1).

» Maintenant que j'ai répondu à leurs objections, MM. les spectroscopistes italiens voudront-ils me permettre ici d'opposer à leur opinion celle des spectroscopistes anglais? Voici un court mais décisif passage d'une lettre que M. Norman Lockyer m'a fait l'honneur de m'écrire ces jours-ci sur ses dernières recherches : « Imaginez une cause qui condensera la couche absorbante, en même temps qu'elle enfoncera le niveau supérieur de la photosphère : n'est-ce pas que vous aurez là un état de choses qui vous donnera les phénomènes qu'on observe avec le spectroscope dans les taches solaires? » Il s'agit ici, bien entendu, des raies et non des protubérances. Cette cause, si nettement indiquée par M. Lockyer, qui déprime la photosphère et y fait pénétrer à quelque profondeur les matériaux de la couche absorbante extérieure, c'est précisément l'inverse d'une éruption. Les savants anglais l'attribuent à des courants descendant de l'enveloppe externe du Soleil, et venant aussi trouer la photosphère, mais de haut en bas. La distance qui sépare les deux idées est énorme, tant au point de vue physique qu'au point de vue dynamique. On voit donc que la théorie que le P. Secchi nous présente comme le résultat de ses longues études pratiques, est complétement rejetée par les savants praticiens d'outre-Manche.

» Une des difficultés communes à ces deux idées si opposées, c'est qu'il est impossible d'assigner une cause valable à ces courants hydrogénés, soit ascendants, soit descendants. Il en est autrement de ma théorie des tourbillons; ces mouvements tournants proviennent tout naturellement, comme les nôtres, de l'inégale vitesse des courants voisins de la photosphère.

» Je me demande maintenant s'il ne serait pas utile aux progrès de la

(1) Le P. Secchi ajoute à sa note italienne la phrase suivante : *Vedo poi con piacere che il signor Faye adotta le mie idee sulla impossibilità di emissione indefinita di idrogeno.* Si j'avais emprunté cette idée au P. Secchi, je n'aurais pas manqué de la citer. Elle est de date ancienne; on la trouvera dans les *Comptes rendus* du 25 avril 1870, t. LXX, p. 888, dans un article sur l'*Observation spectrale des protubérances solaires* (*d'après les travaux de M. Respighi*). C'était le premier travail systématique qui eût alors paru sur l'ensemble de ces phénomènes, à une époque où le P. Secchi n'avait pas encore commencé, je crois, ses intéressantes recherches sur le même sujet.

spectroscopie elle-même que ces divergences disparussent de la science, et que l'on arrivât enfin à formuler une base acceptable pour des recherches si activement, si fructueusement poursuivies chez nos voisins. A ce point de vue, la discussion soulevée par MM. Secchi et Tacchini me paraît excellente, et je me prêterai volontiers à la continuer dans la voie des détails physiques qu'ils ont eux-mêmes abordée. Mais je me permettrai de leur faire observer que l'analyse spectrale et même l'étude détaillée de la figure des taches et des protubérances ne sont qu'une des faces de la question. On pourrait (et l'on vient bien de le voir) accumuler ainsi très-longtemps les faits de détail, sans jamais se mettre d'accord sur la véritable cause des phénomènes qui nous occupent.

» C'est que la nature intime de ces phénomènes est toute mécanique : au fond c'est une question de dynamique des gaz que nous traitons, soit qu'on adopte l'idée des courants ascendants ou descendants, soit qu'on choisisse, comme je le fais, l'idée de simples mouvements tournants nés dans la photosphère. Or si, au lieu de s'attacher seulement à quelques détails physiques fort intéressants d'ailleurs, nous regardons aux mouvements même des taches, ces trois idées si différentes ne sauraient représenter les faits de la même manière. Il y a donc là, c'est-à-dire dans l'étude du mouvement des taches, un moyen supérieur de faire disparaître toute hésitation et d'arriver à la vérité. Telle est du moins la voie que j'ai suivie moi-même depuis que je me suis mis à étudier ces mouvements dans les belles observations de M. Carrington, en dehors de toute idée préconçue. Je désire récapituler ici les résultats de cette longue étude : ce seront les documents de la question actuelle prise au point de vue mécanique.

» Ce qui m'a frappé le plus dans les expressions suivantes, dont les termes ont été trouvés péniblement les uns après les autres, sans autre but immédiat que de représenter le mieux possible les meilleures observations qui existent, c'est que les mouvements des taches perdaient de plus en plus le caractère de caprices et d'anomalies indéchiffrables qu'on leur attribuait; c'est que, en dépit de leurs changements de figure, on parvient finalement, même pour les taches de la plus longue durée, à ne laisser subsister, entre le calcul et l'observation, sauf les cas isolés de segmentation, que les petites discordances imputables à cette dernière. Voici ces expressions, que j'abrège :

Longitude vraie = const.

$+857',6t$	rotation ordinaire à vitesse angulaire constante;
$+p\tan g\rho\sin\alpha\sec\lambda$	inégalité due à la profondeur des taches (1);
$-(157',3\sin^2\lambda)t$	inégalité due à la rotation spéciale de la photosphère (2);
$+A\sin(\gamma t)$	oscillation elliptique des taches (3);
$+a\varphi(t)$	terme accidentel en cas de segmentation (4).

Latitude vraie = const.

$+p\tan g\rho\cos\alpha$	inégalité due à la profondeur;
....	pas de terme croissant avec le temps;
$+B\cos(\gamma t)$	oscillation elliptique;
$+b\varphi(t)$	segmentation.

» Quant au sens de ces mouvements, la gyration observée dans certaines taches, les oscillations elliptiques constatées dans d'autres, et les tourbillons qui peuvent naître dans la photosphère en vertu du troisième terme de la longitude, tous s'opèrent sur les deux hémisphères dans le sens même de la rotation générale (5).

» Comparons maintenant nos diverses hypothèses avec ces mouvements.

» 1° Les nuages, les scories voguant sur la photosphère? Ils n'existent pas : le second terme de la longitude montre que les taches sont des dépressions ou plutôt des suppressions de la photosphère.

» 2° Les vents alizés dont on a tant parlé? Ils n'existent pas. C'est ce que montre l'absence du troisième terme de la latitude remplacé par des points. Il n'y a sur le Soleil ni courant horizontal venant des pôles, ni courant venant de l'équateur. C'est, avec l'absence d'un sol solide sur le Soleil, ce qui constitue la différence mécanique entre les mouvements solaires et les mouvements de notre atmosphère.

» 3° Les courants verticaux ascendants ou descendants, les éruptions, etc.? Le troisième terme de la longitude exige que les points de départ de ces courants, au-dessus ou au-dessous de la photosphère, marchent exactement du même pas que celle-ci, dans la région même où ils

---

(1) *Sur une inégalité du mouvement des taches causée par leur profondeur* (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 1082).

(2) *Sur la loi de la rotation superficielle du Soleil* (*Comptes rendus*, t. LXIV, p. 201).

(3) *Seconde inégalité du mouvement des taches solaires* (*Comptes rendus*, t. LXII, p. 115, 276 et 361).

(4) *Sur une inégalité non périodique en longitude de certaines taches* (*Comptes rendus*, t. LXIV, p. 373).

(5) Cf. Carrington, *Observations of solar Spots*, p. 245.

aboutissent et que les mouvements des couches intermédiaires soient sans influence. Le terme périodique suivant exige, de plus, que ces courants soient animés d'un mouvement pendulaire assez étonnant, et même, l'oscillation périodique d'une tache n'ayant guère de commun que la forme et le sens avec celle des taches voisines (sauf un facteur $\sin 2\lambda$, compris sous les lettres A et B), il n'y aurait pas moyen d'attribuer cette sorte de balancement, d'ailleurs inintelligible, à la couche intérieure d'où naîtraient les éruptions, ou à la couche extérieure d'où viendraient les courants descendants. Quant au dernier terme relatif à la segmentation, dont je n'ai pu assigner la forme faute d'observations horaires, il n'y a vraiment aucun moyen de l'accommoder à des courants verticaux quelconques, et il importe de noter que, si ce terme représente un accident, cet accident a des allures très-nettes et très-régulières pendant le très-petit nombre de jours où $f(t)$ présente des valeurs variables. Il me semble que cette épreuve mécanique n'est guère favorable à ces diverses hypothèses. Il en est encore ainsi si l'on considère l'exactitude avec laquelle mes formules représentent les observations, même pour les taches à très-longue durée; une telle régularité ne se comprendrait nullement avec des courants dont l'origine devrait être prise tout à fait en dehors de la photosphère.

» 4° Reste l'hypothèse des tourbillons. Remarquons que ce n'est pas précisément une hypothèse : le troisième terme de la longitude en indique aussi nettement la possibilité sur le Soleil qu'une variation analogue dans les courants voisins l'indiquerait elle-même dans nos cours d'eau ou dans notre atmosphère.

» Et d'abord, les tourbillons étant possibles, même extrêmement probables dans la photosphère, peuvent-ils acquérir parfois des dimensions visibles? Comment en douter quand on voit dans notre si mince atmosphère, à côté de simples trombes de quelques mètres, des cyclones de 400 à 500 milles anglais de diamètre et des mouvements tournants qui voyagent avec des ampleurs de 300 à 400 lieues?

» Quelle marche suivront-ils? Ils suivront, sauf quelques lentes oscillations de faible amplitude, les parallèles de la photosphère à cause du terme manquant dans l'expression de la latitude.

» Pourront-ils présenter des oscillations elliptiques conformes au quatrième terme? Je le crois sans en avoir encore la démonstration : il suffit qu'il se présente, outre la gyration autour d'un axe à peu près vertical, une faible tendance à tourner autour d'un axe horizontal, tendance qui

serait due à une petite variation de vitesse des couches successives dans le sens de la profondeur (1). Il en résultera, pour l'axe du tourbillon, un mouvement conique analogue à celui d'une toupie, et, comme il pénétrera successivement par sa partie inférieure dans des régions animées de vitesse de rotation un peu différentes, l'effet total pourra se traduire, à la surface, par une petite oscillation plus ou moins circulaire d'une grande lenteur. Cela suppose, il est vrai, dans les tourbillons, une sorte de rigidité, si je puis m'exprimer ainsi, dans le sens de l'axe.

» La segmentation indiquée par le dernier terme? Les mouvements tournants sont justement le seul phénomène naturel qui présente ce mode de déformation singulière en vertu duquel un tourbillon gêné se décompose en mouvements partiels de même nature, lesquels semblent se repousser et finissent par s'écarter jusqu'à ce qu'ils n'aient plus d'action l'un sur l'autre. Cette indication est assurément une des plus nettes et des plus caractéristiques.

» Enfin les tourbillons seuls peuvent rendre compte de la régularité des mouvements de toutes les taches, même les plus durables, malgré leurs changements de figure. Peu importe, en effet, à l'axe d'un tourbillon, dont la position est donnée assez exactement par le centre du noyau noir de la tache, que ce tourbillon s'évase ou se rétrécisse; une vive rotation lui imprime une stabilité particulière dont les courants ne sauraient offrir l'équivalent.

» Ainsi les lois du mouvement des taches ne laissent aucun doute sur la nature mécanique des taches : elles ne sont, elles ne peuvent être que des tourbillons. Que l'on reprenne maintenant un à un tous les détails physiques dus soit à l'étude de la figure, soit aux propriétés physiques des taches, et on les verra se ranger facilement autour de cette explication mécanique, sans qu'il soit besoin d'introduire aucune hypothèse.

» Il résulte même de cette étude quelques notions qui ne seront peut-être pas inutiles à celle des mouvements de notre atmosphère. Nous avons vu déjà qu'elle éclaircit certains points douteux de la théorie des orages à grêle; ajoutons qu'elle suggère, pour celle des grands mouvements tournants, l'idée d'une segmentation presque spontanée en dehors de l'influence des accidents du sol, idée qui nous fera comprendre la succession

(1) Cette tendance a déjà été prise en considération par M. Zöllner dans un autre ordre d'idées. Ouvrage cité, p. 85.

rapide et à intervalles presque réguliers des bourrasques venant de l'Atlantique. Quant à la différence qui existe entre les déplacements progressifs de nos cyclones qui marchent finalement vers le nord où ils expirent, et l'oscillation elliptique des taches solaires, elle tient uniquement aux grands courants méridiens de notre atmosphère dont le Soleil ne possède pas d'équivalent.

» En terminant, je remercierai les éminents auteurs des *Memorie* de la Société italienne de l'attention qu'ils ont bien voulu donner à mon travail; je serais heureux qu'ils voulussent bien discuter également la réponse que je viens de faire à leurs savantes critiques. Les grands travaux qu'ils ont accomplis déjà sur le Soleil, au moyen de l'analyse spectrale, leur donnent pour cela une autorité que je suis loin de méconnaître, bien que je soutienne énergiquement mon opinion contre la vieille théorie de Wilson, qu'ils ont adoptée jusqu'ici sans parvenir à la faire cadrer avec leurs propres découvertes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Mémoire sur la température des sols couverts de bas végétaux et dénudés pendant une saison pluvieuse, observée avec le thermomètre électrique;* par MM. BECQUEREL et ÉD. BECQUEREL (Extrait).

« Dans notre dernier Mémoire (*Comptes rendus*, séance du 6 novembre 1871, et t. XXVIII des *Mémoires de l'Académie*) sur la température, à une certaine profondeur, de deux sols dont la composition est la même, au Jardin des Plantes, mais dont l'un est couvert de bas végétaux et l'autre est dénudé et sableux et dont les observations sont faites avec le thermomètre électrique, nous avons montré que, depuis l'automne de 1871 jusqu'à l'été de 1872, la température moyenne, depuis $0^m,05$ jusqu'à $0^m,60$ de profondeur, sous le sol gazonné, a éprouvé des variations telles que les différences entre les températures des deux sols à égale profondeur n'a pas été toujours la même.

» Nous avons trouvé en effet que, dans les différents mois de l'année, la température du sol gazonné est en général supérieure à celle sous le sol dénudé. On trouvera dans le tableau suivant la marche des températures.

	Profondeur				
Automne 1871 :	$0^m,60$.	$0^m,30$.	$0^m,20$.	$0^m,10$.	$0^m,05$.
Sol gazonné.......	13°,18	11°,96	11°,44	10°,85	10°,54
Sol dénudé........	11,68	10,30	10,82	9,56	9,47
Différences....	1,50	1,66	1,62	1,29	1,07

	0m,60.	0m,30.	0m,20.	0m,10.	0m,05.
Hiver 1871-1872 :					
Sol gazonné.......	4°,14	3°,90	3°,49	3°,31	3°,19
Sol dénudé........	4,00	3,24	3,04	2,99	2,96
Différences....	0,14	0,66	0,45	0,32	0,23
Printemps 1872 :					
Sol gazonné.......	10,01	10,35	10,59	10,86	10,79
Sol dénudé........	9,91	10,17	10,22	10,84	11,17
Différences ...	0,10	0,18	0,37	0,02	−0,38
Été 1872 :					
Sol gazonné.......	19,44	20,03	20,34	20,53	20,69
Sol dénudé........	18,94	19,69	19,85	19,88	21,14
Différences....	0,50	0,34	0,49	0,65	−0,45
Moyennes de l'année :					
Sol gazonné.......	11,69	11,56	11,46	11,39	11,30
Sol dénudé.......	11,11	10,85	10,73	10,82	11,18
Différences....	0,58	0,71	0,73	0,57	0,12

» Les différents effets observés sont complexes et doivent dépendre principalement du pouvoir rayonnant et du pouvoir conducteur des sols, et de l'état de l'atmosphère, c'est-à-dire d'un ciel serein, couvert ou d'un temps de pluie. L'influence de ces causes diverses ne peut être déterminée qu'en multipliant et variant les observations. C'est là une question de climatologie importante à résoudre pour la végétation.

» Nous avons pensé qu'il était utile de chercher d'abord quelle pouvait être l'influence qu'exerce une saison pluvieuse, comme celle de novembre et décembre 1872, où il y a eu assez d'uniformité dans l'état de l'atmosphère, sur la température au-dessous du sol depuis 0m,05 jusqu'à 0m,60, pendant ces deux mois, l'humidité ou la pluie ayant été presque continuelles; cet état de chose a produit sur la température des deux sols des effets que la discussion des observations consignées dans les tableaux suivants va mettre en évidence.

» Ces tableaux renferment les moyennes des observations faites avec les thermomètres électriques, à 6 heures du matin et à 3 heures du soir, à 0m,05, 0m,10, 0m,20, 0m,30, 0m,60 au-dessous du sol couvert et du sol dénudé : 1° la moyenne de la journée déduite des deux observations horaires, moments où la température est à peu près la plus basse et la plus élevée dans cette saison; 2° les températures par les temps clairs, couverts et de pluie avec leurs moyennes.

TEMPÉRATURE MOYENNE SOUS LES DEUX SOLS, COUVERT ET DÉNUDÉ.

	NATURE DU SOL.	6 HEURES DU MATIN. N° 1, profond^{t} 0,05.	N° 2, profond^{t} 0,10.	N° 3, profond^{t} 0,20.	N° 4, profond^{t} 0,30.	N° 5, profond^{t} 0,60.	3 HEURES DU SOIR. N° 1, profond^{t} 0,05.	N° 2, profond^{t} 0,10.	N° 3, profond^{t} 0,20.	N° 4, profond^{t} 0,30.	N° 5, profond^{t} 0,60.	MOYENNES DE LA JOURNÉE SOUS LES DEUX SOLS DÉDUITES DES DEUX OBSERVATIONS HORAIRES. N° 1, profond^{t} 0,05.	N° 2, profond^{t} 0,10.	N° 3, profond^{t} 0,20.	N° 4, profond^{t} 0,30.	N° ., profond^{t} 0,60.
Novembre 1872. (Température de l'air 8°,68).	Sol couvert.......	8°,56	8°,93	9°,32	9°,58	10°,25	9°,07	9°,15	9°,23	9°,64	10°,27	8°,81	9°,04	9°,40	9°,61	10°,26
	Sol dénudé......	7,47	7,67	8,22	8,55	9,40	8,74	8,33	8,38	8,51	9,48	8,10	8,00	8,30	8,53	9,41
	Différence...	1,09	1,26	1,10	1,03	0,85	0,33	0,82	0,85	1,13	0,79	0,71	1,04	1,10	1,08	0,85
Décembre 1872. (Température de l'air 6°,84).	Sol couvert.......	6°,14	6°,55	6°,95	7°,27	7°,97	6°,58	6°,64	6°,86	7°,23	7°,95	6°,33	6°,59	6°,90	7°,25	7°,96
	Sol dénudé.......	5,17	5,43	6,07	6,44	7,54	6,35	6,09	6,11	6,37	7,50	5,76	5,76	6,40	6,41	7,52
	Différence...	0,97	1,12	0,88	0,83	0,43	0,23	0,55	0,75	0,86	0,45	0,57	0,83	0,50	0,84	0,44

TEMPÉRATURE A $0^{m},05$ DE PROFONDEUR, SUIVANT LA NATURE DU SOL.

Novembre 1872. ÉTAT DU CIEL.	SOL COUVERT.	SOL DÉNUDÉ.	TEMPÉRAT. DE L'AIR.	Décembre 1872. ÉTAT DU CIEL.	SOL COUVERT.	SOL DÉNUDÉ.	TEMPÉRAT. DE L'AIR.
Clair...........	10,34	9,12	11,11	Clair...........	6,22	5,42	6,98
Couvert........	8,87	8,19	8,87	Couvert........	7,16	5,98	7,16
Pluie	8,28	7,62	7,64	Pluie..........	6,33	5,80	6,50

» La discussion des observations conduit aux conséquences suivantes :

» 1° Pendant les deux mois de novembre et décembre 1872, ou l'humidité de la terre et celle de l'air ont été à peu près constantes à cause des pluies continuelles, la température moyenne du sol couvert de végétaux, jusqu'à la profondeur de 0m,60, a été presque toujours supérieure à celle du sol dénudé aux mêmes profondeurs.

» 2° Dans le mois de novembre, les températures à 6 heures du matin, aux cinq profondeurs sous le sol couvert, ont été d'environ 1 degré plus élevées que sous le sol dénudé jusqu'à environ 0m,30 de profondeur; à 3 heures la différence est moindre.

» Les différences entre les températures moyennes sous les deux sols ont été à peu près les mêmes, à l'exception de la profondeur 0m,05 où elle n'a été que de 0°,71 au lieu de 1 degré.

» En ayant égard à l'état du ciel, selon qu'il est clair, nébuleux ou qu'il pleut, on voit que pendant le temps clair, sous le sol couvert à 0m,05, la température a été inférieure à la température moyenne de l'air d'environ 0°,8 et supérieure à celle du sol dénudé de 1°,2.

» Quand le ciel est couvert, la température du sol couvert a été égale à celle de l'air, et sous le ciel dénudé elle a été inférieure à celle de l'air de 0°,60.

» Pendant les jours de pluie, la température sous le sol couvert, à 0m,05, a été inférieure à celle de l'air de 0°,64; sous le sol dénudé, la température a été sensiblement la même.

» 3° Pendant le mois de décembre, à 6 heures du matin, aux cinq profondeurs, les différences ont été en faveur du sol couvert de 0°,87, 1°,12, 0°,88, 0°,83, 0°,43; à 3 heures du soir, 0°,18, 0°,54, 0°,75, 0°,86, 0°,45; elles n'ont été bien sensibles en faveur du sol couvert qu'à 0m,05, 0m,10. Pendant les temps clairs, à 0m,05, la température du sol couvert a été supérieure de 0°,80 à celle du sol dénudé, et la température du sol couvert inférieure à celle de l'air de 0°,76. Sous le ciel couvert, la température a été la même que celle de la journée. Pendant la pluie, la température du sol dénudé a été inférieure à celle de l'air de 0°,70.

» Cette supériorité d'environ 1 degré de la température d'un sol couvert sur celle d'un sol dénudé, de même nature quant à sa composition, pendant une saison humide et un temps de pluie, ne peut guère s'expliquer qu'en admettant que, dans le sol couvert de végétaux, les racines de ces derniers forment une espèce de feutre qui ne permet pas aux eaux pluviales,

qui sont à la température de l'atmosphère, de les traverser aussi facilement que le permettent les sols sableux; le sol couvert prend donc plus difficilement la température de l'air que l'autre sol.

» On voit donc que le thermomètre électrique qui a servi à l'un de nous pour déterminer la température des parties intérieures des corps organisés peut être employé utilement pour résoudre des questions de Physique terrestre qui intéressent également la végétation. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Note sur des météorites représentant deux chutes inédites qui ont eu lieu en France, l'une à Montlivault (Loir-et-Cher), le 22 juillet* 1838, *l'autre à Beuste (Basses-Pyrénées) en mai* 1859; par M. **Daubrée.**

« Je demande à l'Académie la permission de lui signaler deux chutes de météorites qui ont eu lieu en France et qui cependant étaient restées inédites. L'une de ces météorites est tombée le 22 juillet 1838 à Montlivault (Loir-et-Cher) et l'autre à Beuste (Basses-Pyrénées) en mai 1859.

» *Météorite de Montlivault.* — C'est à la libéralité de M. Blondin, pharmacien à Choisy-le-Roi, que le Muséum doit la pierre tombée le 22 juillet 1838, dans un champ situé dans le val dit le Cul-de-Four, sur la commune de Montlivault. Cette localité se trouve sur la rive gauche de la Loire, à 11 kilomètres en amont de Blois.

» La chute eut pour témoins les nommés Pierre Foucault père et fils, qui travaillaient dans les champs et dont le récit ne contient d'ailleurs pas autre chose que l'indication de détonations violentes, si habituelles en pareilles circonstances; mais on se l'explique quand on sait qu'au moment de la chute il faisait grand jour. Le ciel était serein, et l'atmosphère parfaitement calme.

» La pierre de Montlivault pèse 510 grammes; elle est presque entière et offre la forme générale d'un tronc de pyramide triangulaire.

» Cette roche météoritique est caractérisée par sa blancheur et par la finesse de son grain, et ressemble à certains trachytes, tels que la domite. Sur la pâte pierreuse, formée de l'association du péridot avec un minéral pyroxénique, se montrent des grains nombreux et très-petits à éclat métallique, et consistant en fer nickelé et en pyrite magnétique ou pyrrhotine. Parmi les nombreuses météorites du même type, on peut citer celles d'Angers (Maine-et-Loire), 3 juin 1822; de Mascombes (Corrèze), 31 janvier 1835; d'Aumières (Lozère), 4 juin 1842; des Ormes (Yonne), 4 octobre 1857; de Dolgowola (Volhynie), 26 juin 1864; de Motta dei Conti (Italie),

29 février 1868; de Sauguis-Saint-Étienne (Basses-Pyrénées), 8 septembre 1868, etc. Quelques-unes d'entre elles sont d'un aspect identique à celle de Montlivault. Cette dernière se rapporte donc au type le plus fréquent des météorites pierreuses, c'est-à-dire dans le type qui a été désigné sous le nom de *lucéite*, d'après la chute historiquement célèbre qui fut observée à Lucé dans la Sarthe.

» *Météorite de Beuste.* — Les circonstances qui ont accompagné la chute de météorites à Beuste (Basses-Pyrénées), pendant le mois de mai 1859, nous sont indiquées dans une Note écrite de souvenir par M. Hounau, curé du village de Beuste.

» Cette Note ne contiendrait rien de particulier, si la durée du bruissement, précurseur de la chute n'y était signalée comme beaucoup plus longue qu'on ne l'observe d'ordinaire. Toutefois, avant d'attacher trop d'importance à ce fait, il ne faut pas oublier que le récit a, comme je viens de le dire, été fait de mémoire, et d'un autre côté qu'il est bien facile de se tromper quant à la durée d'un phénomène inattendu.

» Le temps était très-clair et assez chaud. Vers 3 heures de l'après-midi, les gens qui travaillaient aux champs furent distraits par des sons très-agréables qui ressemblaient à ceux d'une musique lointaine. « *Pendant plus » d'un quart d'heure*, dit le narrateur, *on observa la même intensité et la » même douceur.* » Cette musique fut entendue non-seulement à Beuste, mais aussi dans les villages environnants et surtout à Nousty, distant de 3 kilomètres et séparé de Beuste par un coteau aussi élevé que celui de Jurançon. Les gens de Beuste entendirent, en même temps, quelques détonations éloignées entièrement semblables à celles qui se produisent dans les carrières où l'on fait jouer la mine, puis ils virent, au-dessus de leur tête et sans que la musique cessât, une traînée lumineuse se dirigeant du nord-est vers le sud-ouest.

» Sur le chemin de Beuste à Angaïs tomba une petite pierre qui fut apportée à M. le curé de Beuste. Cette pierre, de forme arrondie, pèse 420 grammes. M. Hounau en fit don à feu M. Labordette, président du tribunal de commerce de Pau, et celui-ci la donna à M. Geureau, ingénieur des Mines, qui la déposa dans le Musée de Pau.

» En même temps qu'il lui donnait cette pierre, M. Labordette apprenait à M. Geureau qu'une autre météorite plus volumineuse, provenant de la même chute et recueillie à 700 mètres environ de la première, était entre les mains de M. le curé de Beuste. Celui-ci s'en défit généreusement, comme

il avait fait de la première, et c'est elle que je présente à l'Académie.

» Cette pierre pesait 1^{kg},40 et s'enfonça en tombant de plus de 50 centimètres en terre. En me l'adressant, M. Geureau en fait spécialement don à l'École des Mines, après en avoir toutefois prélevé pour le Muséum un échantillon poli et permettant de reconnaître la nature minéralogique de la roche.

» Le bloc entier, de forme irrégulière, avait 12 centimètres de longueur sur 9 dans les deux dimensions transversales. Son poids était de 1^{kg},40. Il s'enfonça, en tombant, de plus de 50 centimètres en terre. La croûte noire qui l'enveloppe présente de 4 à 5 dixièmes de millimètre. La densité de la pierre de Beuste, qui a été prise par M. Stanislas Meunier à la température de 9 degrés, est égale à 3,53.

» La météorite de Beuste, qui appartient au type désigné sous le nom de *chantonnite*, consiste en une roche grise et très-cohérente, traversée en tous sens par des veines noires irrégulièrement ramifiées et anastomosées entre elles. Parmi les chutes qui ont fourni des masses semblables à celle de Beuste, je citerai celles de Salles (Rhône), 12 mars 1798; de Murcie (Espagne), 24 décembre 1858; celle qui est tombée à Mexico (îles Philippines), également en 1859, mais à une date indéterminée, et d'un aspect identique à celle de Beuste; de Pultusk (Pologne), 30 janvier 1868, etc. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Note sur le nouvel arrangement de la collection des météorites du Muséum d'Histoire naturelle;* par M. DAUBRÉE.

« La classification adoptée pour les échantillons qui composent la collection de météorites du Muséum d'Histoire naturelle a été présentée à l'Académie en 1857 (1). Cette classification, avant tout minéralogique, repose sur la présence ou l'absence du fer métallique et, dans le premier cas, sur la structure du métal, qui peut être massif, ramuleux ou disséminé en grenailles.

» D'après ces considérations se séparent les quatre grandes divisions primordiales désignées sous les noms d'*Holosidères*, de *Syssidères*, de *Sporadosidères* et d'*Asidères*.

» En outre, les Sporadosidères, d'après la plus ou moins grande abon-

(1) A. DAUBRÉE, *Classification adoptée pour la collection de météorites du Muséum* (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 60; 1867).

dance du fer, se répartissent entre les Polysidères, les Oligosidères et les Cryptosidères.

» L'étude plus intime de la constitution minéralogique des roches extra-terrestres a conduit à distinguer, dans chacune des divisions qui viennent d'être énumérées, un certain nombre de types nettement définis (1) : il en résulte que nous avons pu, dès aujourd'hui, répartir les échantillons de ces groupes, non plus simplement d'après l'époque de leur découverte ou de leur chute, mais suivant leur constitution. Toutefois, en ce qui concerne les fers proprement dits (Holosidères), le travail n'est pas terminé.

» Les *Syssidères* sont répartis entre cinq types désignés sous les noms de Pallasite, de Brahinite, de Rittersgrunite, de Deesite et de Lodranite.

» Les *Sporadosidères-Polysidères* comprennent la Toulite et la Logronite.

» Les *Sporadosidères-Oligosidères* sont beaucoup plus nombreux ; on y distingue : l'Aumalite, la Chantonnite, l'Aiglite, la Parnallite, la Montréjite, la Canellite, la Lucéite, la Mesminite, la Belajite, la Butsurite, la Manbhoomite, la Limerickite, l'Ornansite, l'Igastite, la Bustite, la Richmondite, l'Erxlébénite, la Ménite, la Stavropolite, la Rutlamite, la Tadjérite et la Renazzite.

» Les *Sporadosidères-Kryptosidères* comprennent les cinq types, déjà distingués et si nettement caractérisés par M. Gustave Rose sous les noms d'Eukrite, d'Howardite, de Shalkite, de Chassignite et de Chladnite.

» Enfin deux types se partagent les *Asidères*, ou météorites charbonneuses : ce sont l'Orgueillite et la Bokevelite.

» En comprenant trois chutes douteuses, celles de Lœbau (Saxe), 13 janvier 1835, de Simonod (Ain), 13 novembre 1835, et de Namur (Belgique), 1868, nous possédons maintenant 238 chutes différentes représentées dans la collection, et quelques-unes d'entre elles le sont par de nombreux échantillons; celle de Pultusk, Pologne (30 janvier 1868), par exemple, comprend plusieurs centaines de météorites tout à fait complètes.

» Ces chutes se répartissent de la manière suivante, au double point de vue minéralogique et géographique.

(1) STANISLAS MEUNIER, *Établissement des types de roches météoritiques* (*Cosmos* de janvier et février 1870).

	Holosidères.	Syssidères.	Sporadosidères.	Asidères.	Totaux.
Europe	12	4	104	3	123
Asie.	1	2	27	»	30
Afrique	5	«	2	1	8
Amérique.........	51	3	18	»	72
Océanie	1	»	4	»	5
	70	9	155	4	238

» Comme introduction à la série des types de météorites, on a placé des échantillons faisant connaître les *procédés d'étude* dont on dispose à l'égard de ces roches : les surfaces polies, les tranches minces et transparentes propres à l'examen microscopique, les fers attaqués par les acides (figures de Widmannstætten), par les alcalis, par les sels métalliques, par l'air chaud, par l'électricité, les lithosidérites soumises à l'étonnement, etc., sont successivement représentés.

» Vient ensuite la collection des *caractères généraux :* une météorite charbonneuse écrasée sur de l'argile et une traverse de chemin de fer coupée par une pierre tombée du ciel donnent une idée de la valeur de la *vitesse* avec laquelle les météorites arrivent. De nombreux échantillons permettent d'étudier la forme fragmentaire, les caractères de la croûte externe, les produits de l'altération naturelle, la structure, la malléabilité des fers météoriques, etc.

» Une vitrine est consacrée à l'indication des *phénomènes géologiques* dont les météorites ont gardé la trace. On voit d'abord des failles accompagnées souvent de rejets, puis des roches de filons concrétionnés, des roches clastiques ou *brèches*, analogues à nos pépérinos, des roches éruptives, des roches offrant des surfaces frottées, toutes pareilles à celles des serpentines, enfin des roches métamorphiques.

» Un dernier chapitre d'introduction à la collection comprend les *minéraux constituants* des météorites. Ce sont les fers nickelés (Tænite, Kamacite, etc.), la Troïlite, la Pyrrhotine, la Schreibersite, le Graphite, la Chromite, le Péridot, l'Enstatite, l'Augite, l'Anorthite, la Breunérite, etc.

» La série des *produits d'expériences synthétiques* relatives aux météorites forme le complément naturel de la collection des types.

» Après la suite des *roches terrestres le plus analogues aux roches cosmiques,* on voit de nombreux *produits de fusion des météorites.* Ensuite viennent les produits obtenus dans l'*imitation des fers météoriques*, puis dans l'*imitation des pierres.* Plusieurs échantillons reproduisent artificiellement la *structure globulaire* de beaucoup de pierres. Enfin, la collection se ter-

mine par les résultats d'expériences concernant le *métamorphisme météoritique*.

» Aux quatre angles du meuble contenant la collection, on a exposé des tableaux résumant les connaissances relatives à l'étude des météorites. Ils indiquent successivement la vitesse, la hauteur et la couleur des divers bolides; le nombre des pierres d'une même chute; la distribution topographique des météorites d'une même chute; la distribution mensuelle, horaire et géographique des chutes; le poids de quelques météorites; la classification adoptée au Muséum; la densité des météorites de différents groupes; la liste des principaux corps simples et des principales espèces minérales reconnus jusqu'ici dans les roches célestes; la comparaison des roches météoritiques avec les roches terrestres; enfin une liste chronologique de toutes les chutes exposées, avec le renvoi à la vitrine qui contient les représentants de chacune d'elles. »

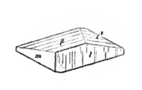
MINÉRALOGIE. — *Note sur la détermination des dimensions relatives de la forme fondamentale de l'amblygonite;* par M. **Des Cloizeaux.**

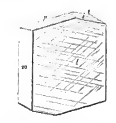
« D'après les observations optiques et cristallographiques que j'ai eu l'honneur de communiquer à plusieurs reprises à l'Académie (1), et d'après les analyses de MM. Pisani, de Kobell et Rammelsberg, rapportées dans un Mémoire que j'ai inséré en novembre dernier aux *Annales de Chimie et de Physique* (2), on doit admettre que l'*amblygonite* et la *montebrasite* constituent deux espèces distinctes, quoique de compositions très-voisines. Les deux espèces appartiennent au système triclinique; mais, jusqu'à ce jour, on n'avait pu déterminer la forme exacte du parallélépipède primitif que pour la montebrasite. De nouveaux échantillons, rapportés de Montebras, l'automne dernier, par M. Bertrand, m'ont permis de faire la même détermination, d'une manière complète, pour l'amblygonite. Ces échantillons présentent, en effet, outre les deux clivages inclinés de 105° 44', sur lesquels je m'étais déjà appuyé pour fixer l'orientation du plan des axes optiques, deux autres clivages faisant respectivement, avec chacun des deux premiers, un angle très-obtus, voisin de 152 degrés. Suivant la prédominance des faces parallèles à p ou à t, les masses nouvelles se réduisent

(1) *Comptes rendus*, séances des 31 juillet 1871, 27 novembre 1871 et 15 juillet 1872.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVII, Mémoire sur une nouvelle localité d'amblygonite et sur la montebrasite, nouveau phosphate d'alumine et de lithine hydraté.

en solides analogues à l'une des deux figures ci-jointes, qui représentent le parallélépipède primitif *pmt*, dont l'angle de droite *i* est remplacé par la troncature i^1. Le clivage suivant *m* est le plus facile à obtenir; suivant *p*, il s'obtient un peu moins facilement, et suivant i^1 encore moins facilement. Suivant *t*, au lieu d'un véritable clivage, il pourrait bien n'exister que des plans de séparation facile, car on remarque souvent sur *p* et sur i^1 des fissures *inégalement* espacées, parallèles à l'intersection de ces faces avec *t*, et le choc découvre des surfaces luisantes analogues à celles qui constituent l'enveloppe habituelle des cristaux non clivés.





» L'éclat vitreux, très-prononcé sur *m* et sur *p*, l'est un peu moins sur i^1; quant à *t*, son éclat est légèrement nacré et quelquefois un peu opalescent, par suite d'un commencement de kaolinisation qui ne se manifeste que dans sa direction et sur un certain nombre d'échantillons.

» Aucune des surfaces produites par les clivages dont il vient d'être question n'est assez unie pour se prêter à des mesures d'angles très-exactes; aussi n'est-ce qu'en prenant la moyenne d'observations répétées sur de nombreux fragments que je me suis arrêté aux données suivantes, à l'aide desquelles ont été déterminées les dimensions du parallélépipède obliquangle fondamental :

$$^*mt = 151°4'; \quad ^*pm = 105°44; \quad ^*pt = 95°20';$$

$$^*i^1m = 96°15'; \quad ^*i^1t = 99°14';$$

$$pi^1 = 152°57' \text{ (calculé)}, \quad 152°10' \text{ (observé)};$$

$$b : c : h :: 1000 : 1034{,}013 : 454{,}925.$$

Angle plan de la base..................	152° 29′ 12″,
Angle plan de *m*......................	71° 56′ 22″,
Angle plan de *t*......................	113° 12′ 24″;

$$D = 987{,}832; \quad d = 242{,}406.$$

» Sauf l'angle $pm = 105°44'$, très-voisin de son correspondant $= 105°$

dans la montebrasite, aucune des autres incidences n'offre le moindre rapport avec celles de cette substance.

» Le plan des axes optiques est situé dans l'angle aigu $pm = 74° 16'$. Quant aux lamelles hémitropes excessivement minces, que j'ai signalées comme bissectant presque exactement cet angle aigu et l'angle obtus supplémentaire, sur les anciens échantillons décrits dans mes Communications de 1871 et 1872, elles existent aussi sur les nouveaux; elles y sont même si nombreuses et si serrées, qu'à travers des plaques très-minces on ne peut voir les anneaux colorés et mesurer l'écartement des axes optiques qu'en quelques plages peu étendues. Quelquefois ces lamelles manifestent leurs traces sur t par deux séries de stries fines inclinées entre elles d'environ 49 degrés (le calcul indique 48°47'), celles qui bissectent l'angle obtus de 105°44' fournissant la série la plus nombreuse et la plus remarquable par son parallélisme avec l'arête $\frac{t'}{t}$.

» Deux plaques passablement normales à la bissectrice aiguë *négative* m'ont donné, pour l'écartement apparent des axes dans l'huile, l'une $2H = 52° 47'$, l'autre $2H = 55° 40'$ (rayons rouges). Dans l'air comme dans l'huile, la dispersion des axes est faible et $\rho > v$. On observe une dispersion *tournante* assez notable, combinée à une faible dispersion inclinée.

» L'amblygonite à quatre clivages offrant le commencement de kaolinisation dont j'ai parlé plus haut, et communiquant à la flamme du chalumeau une couleur rouge moins mélangée de jaune que la variété lilacée, analysée d'abord par M. Pisani, j'ai pensé que la recherche de sa composition chimique pouvait être de quelque intérêt. En opérant sur des fragments extraits d'un échantillon bien frais, M. Pisani a trouvé :

Fluor......................	10,40
Acide phosphorique...........	46,85
Alumine....................	37,60
Lithine.....................	9,60
Soude......................	0,59
Perte au feu................	0,14
	105,18

Densité : 3,076

» Les résultats de cette analyse sont presque identiques avec ceux que M. Rammelsberg a obtenus pour l'amblygonite de Montebras; ils se distinguent de ceux qu'avait fourni la variété lilacée par l'absence d'oxyde de manganèse et par une proportion de soude beaucoup plus faible. On peut

donc dire que, si cette base existe toujours dans l'amblygonite, elle s'y montre en quantités très-variables (M. de Kobell en a trouvé jusqu'à 5,30 pour 100), et c'est surtout l'absence complète d'eau et une plus forte teneur en fluor qui différencient chimiquement cette substance de la montebrasite. »

BOTANIQUE. — *De la théorie carpellaire d'après des Papavéracées* (3e partie, *Chelidonium, Macleya*); par M. A. Trécul.

« Le pédoncule du *Chelidonium quercifolium* possède ordinairement, au-dessous de la fleur, cinq à six faisceaux, plus rarement quatre, qui se divisent plus haut, de manière qu'à la sortie des faisceaux du calice, le réceptacle a environ huit faisceaux très-inégaux. Là, le corps vasculaire a une section elliptique; les faisceaux sont disposés en deux demi-circonférences, d'environ quatre faisceaux chacune. D'entre les faisceaux médians de chaque arc, qui sont les plus gros, et qui fréquemment paraissent doubles, émane un faisceau vasculaire volumineux, et de l'autre côté de ces deux faisceaux, sort d'un autre rayon médullaire un fascicule beaucoup plus faible; ce qui fait trois faisceaux pour chaque sépale; mais, avant d'entrer dans le calice, ces faisceaux se divisent, de manière que chaque sépale reçoit en réalité huit ou neuf faisceaux.

» Après l'émission des faisceaux du calice, le système vasculaire du réceptacle se dispose en quatre gros faisceaux composés, dont l'ensemble forme, comme dans les *Papaver Rhœas* et *hybridum*, une sorte de carré, aux angles duquel sont de larges rayons médullaires. C'est de la base de ces quatre espaces interfasciculaires que sortent les faisceaux des pétales.

» Un peu plus haut les quatre gros faisceaux s'unissent; puis le système vasculaire se divise de façon à donner des sections transversales qui présentent douze faisceaux environ, d'entre lesquels émanent les fascicules staminaux. Il y a donc en cette partie un réticule à mailles plus petites encore que les précédentes.

» Au-dessus de l'insertion des étamines, le système vasculaire offre des aspects divers, suivant les hauteurs auxquelles les sections sont pratiquées. On y remarque la tendance des faisceaux à se disposer en quatre groupes dans les coupes les plus rapprochées de la base de l'ovaire ou du fruit. Tout à la base de ce fruit, ce qui reste des faisceaux de la tige est en effet partagé en quatre faisceaux : deux plus gros, opposés l'un à l'autre et placés aux extrémités du grand axe de la section transversale du système vascu-

laire, et deux plus petits, également opposés, mais alternes avec les gros, et situés aux extrémités du petit axe de la même section transversale. Ces quatre faisceaux, qui s'anastomosent dans le style, laissent entre eux quatre grands espaces occupés par un tissu parenchymateux parcouru par un réseau irrégulier de faisceaux secondaires nullement pinnés, et recouvert en dedans et en dehors par une lame d'épiderme munie de stomates (1). Pour compléter cet aperçu anatomique, il faut dire que les deux plus gros faisceaux verticaux forment les placentas, et que les deux plus petits, qui sont opposés chacun à un lobe stigmatique, constituent les nervures médianes des valves.

» Le fruit du *Macleya cordata* a une constitution qui ressemble beaucoup à celle du fruit du *Chelidonium*. Le sommet du pondécule est ordinairement divisé en cinq faisceaux inégaux, qui s'unissent à la base du réceptacle. Plus haut le cercle vasculaire continu, ainsi formé par leur union, s'ouvre pour laisser sortir les six faisceaux, quelquefois huit, qui vont au calice. Puis, la corolle manquant, le corps vasculaire s'arrange de manière à donner un réticule dont les coupes transversales laissent voir de douze à quatorze faisceaux sortant et allant aux étamines. Au sommet du réceptacle, tout le système vasculaire se distribue en quatre faisceaux, comme dans le *Chelidonium*. Il y en a donc deux gros, opposés l'un à l'autre, qui constituent les placentas, et deux petits, qui s'anastomosent avec les gros dans le style, après avoir traversé le tissu valvaire dans sa longueur. Ici ces deux faisceaux verticaux des valves sont ordinairement isolés du sommet à la base, n'étant point unis avec les fascicules secondaires partis des placentas et répandus dans le parenchyme des valves, de façon que ces faisceaux secondaires et leurs rameaux sont souvent ascendants, et que ces rameaux, quand ils se bifurquent dans le voisinage de la nervure médiane, ont assez fréquemment une branche ascendante et une descendante, qui ne se mettent point, ou seulement rarement, en communication avec cette nervure médiane. Cette disposition des faisceaux, souvent en sens inverse de la direction qu'ils devraient avoir s'ils faisaient partie d'une feuille, est tout à fait contraire à la théorie des feuilles carpellaires. Enfin, la face interne des valves est revêtue d'un épiderme formé d'assez longues cellules fibreuses,

---

(1) Le jeune fruit du *Glaucium fulvum*, quoique ayant une texture très-différente, est aussi pourvu de nombreux stomates sur les deux faces de ses valves. Je crois devoir rappeler qu'en 1843 j'ai signalé la présence des stomates sur la cloison du fruit du *Cheiranthus Cheiri*.

horizontales ou un peu obliques, faiblement épaissies et poreuses, parmi lesquelles je n'aperçois pas de stomates.

» Telle est, à part les laticifères que j'ai décrits ailleurs, la distribution de la charpente anatomique des fruits du *Chelidonium* et du *Macleya*. Voyons si l'on est autorisé à y admettre des feuilles carpellaires. S'il en existe, y a-t-il deux de ces feuilles unies par leurs bords nus, ou deux feuilles carpellaires soudées avec des prolongements de l'axe, ou bien encore quatre feuilles carpellaires, dont deux stériles?

» Pour les partisans de la théorie des feuilles carpellaires, qui ne s'accordent pas même sur le nombre de ces feuilles, rien n'est plus évident que l'existence de telles feuilles. M. A. de Saint-Hilaire, par exemple, dit à la page 493 de sa *Morphologie*, en parlant du *Chelidonium* : « Les feuilles carpellaires sont manifestement indépendantes du châssis; on suit facilement leur contour tout entier sur le châssis lui-même, et, lors de la maturité, elles se détachent laissant le châssis chargé de semences et surmonté du style, qui est resté intacte. Cette organisation, qui a embarrassé les botanistes, est réellement la plus simple possible. »

» L'évidence, admise par M. A. de Saint-Hilaire, n'est pas aussi frappante que l'a cru ce savant botaniste. En effet, la prétendue délimitation des feuilles carpellaires, dont il croyait suivre les contours, n'est autre chose que le résultat d'une disposition anatomique destinée à l'exercice de la déhiscence; et, dans le *Chelidonium* comme dans le *Glaucium*, etc., on suit les faisceaux des valves jusque dans le style à travers la ligne de déhiscence.

» La vérité est qu'il n'existe aucun caractère qui puisse démontrer l'existence de ces prétendues feuilles. Ce n'est pas la disposition des lobes stigmatiques au-dessus des valves, car elle est due, à peu près comme dans les Pavots, à la division des cordons placentaires, et à la réunion des branches correspondantes des deux cordons au-dessus des valves, où elles se joignent à la nervure médiane de celles-ci, laquelle nervure médiane n'existe pas chez les Pavots. Ce n'est pas non plus le nombre des lobes stigmatiques; car, dans l'*Eschscholtzia*, il y a, en outre des deux stigmates superposés aux valves, deux autres stigmates surmontant les deux placentas, etc. Ce n'est pas davantage le réseau irrégulier qui traverse le parenchyme des valves du *Chelidonium* et unit les petits faisceaux verticaux et stériles aux gros. Cette nervation n'a point l'aspect pinné de celle des feuilles de la même plante, et, dans le *Macleya*, comme il a été dit plus haut, les faisceaux secondaires et tertiaires qui partent des placentas, et qui sont répandus

dans le parenchyme des valves, ne s'unissent que fort rarement aux nervures médianes, et ils ont fréquemment une direction inverse de celle qu'ils devraient avoir s'ils appartenaient à des feuilles.

» Ce serait en vain qu'on appellerait à son aide l'orientation des faisceaux pour caractériser ces feuilles carpellaires; car, que ces faisceaux se continuent dans un organe considéré comme un prolongement de la tige, ou qu'ils entrent dans des feuilles juxtaposées bord à bord, leur orientation doit être la même.

» Il y aurait encore à tenir compte de l'analogie de constitution siliqueuse du fruit du *Chelidonium* et du *Macleya* avec celle du fruit du *Glaucium* et de l'*Eschscholtzia*, qui ne peut être regardée comme le résultat d'une modification des feuilles, puisqu'il a la texture de la tige. Dans le *Glaucium*, tout le système vasculaire s'arrange en quatre groupes ou séries de faisceaux, qui se prolongent sans disposition intermédiaire dans les valves et dans les placentas, comme je l'ai dit à la page 182. Dans l'*Eschscholtzia* le réceptacle cupuliforme est évidemment un prolongement de l'axe. Quand même des botanistes voudraient prétendre qu'il est formé par des feuilles coalescentes, bien que sa structure ne l'annonce pas du tout, cela ne changerait rien à la solution, puisque j'ai démontré que les quatre faisceaux, par lesquels le fruit s'insère sur ce réceptacle, ne peuvent être regardés comme la base de quatre feuilles, et encore moins celle de deux feuilles, puisqu'il y a quatre faisceaux; et, de plus, il serait déraisonnable de soutenir que ces quatre faisceaux représentent deux feuilles, plus deux prolongements de l'axe devant constituer deux placentas (1). Ces trois avis ne peuvent être défendus, dis-je, parce que ces quatre faisceaux, après leur adjonction, forment une ellipse vasculaire au-dessus de laquelle le système vasculaire se dispose en quatre autres faisceaux *alternes* avec les précédents et de figure différente, et parce que ces quatre nouveaux faisceaux eux-mêmes ne peuvent être considérés comme la base de feuilles distinctes, puisque que chacun d'eux ne fournit pas une des quatre parties du fruit, c'est-à-dire les deux valves et les deux placentas (*voir* p. 186 de ce volume), etc.

» Dans le *Glaucium* et dans l'*Eschscholtzia*, il y a donc, à la base du fruit, ou quatre groupes de faisceaux, prolongements directs de l'axe

(1) J'ai omis de dire que ces quatre faisceaux, qui s'insèrent sur le réceptacle de l'*Eschscholtzia*, sont trouvés sur des coupes longitudinales d'abord montant verticalement, puis ils se recourbent et descendent obliquement jusqu'à leur ligne de jonction.

(*Glaucium*), ou quatre faisceaux (*Eschscholtzia*) qui ne peuvent être regardés comme la base de quatre feuilles, pour toutes les raisons que j'ai données, et aussi parce que la consistance et la texture de ces fruits sont celles de la tige (1).

» Dans le *Chelidonium* et dans le *Macleya*, quelque chose d'analogue a lieu à la base du fruit, mais avec beaucoup plus de simplicité. Ce qui reste du système vasculaire de l'axe, au-dessus de l'insertion des étamines, se répartit en quatre faisceaux seulement, qui appartiennent, les deux plus forts aux placentas, les deux plus faibles aux valves, dont ils constituent la nervure médiane. Ces quatre faisceaux, assemblés au sommet, laissent entre eux des intervalles parcourus par un réseau secondaire irrégulier, qui ne rappelle point la nervation pinnée d'une feuille, et d'autant moins, dans le *Macleya*, que ces faisceaux secondaires ou tertiaires ne réunissent pas le plus souvent les placentas à la nervure médiane des valves. Bien évidemment, ici pas plus que dans le *Glaucium*, l'*Eschscholtzia* et les *Papaver*, il ne saurait être question de feuilles carpellaires. »

BOTANIQUE. — *De la théorie carpellaire d'après le* Possiflora Laudoni *Atk.*; par M. A. Trécul.

» Il y a dans la partie supérieure du pédoncule dix faisceaux disposés circulairement sur les sections transversales. Près de la base de la fleur, ces dix faisceaux se partagent en deux séries concentriques, formées chacune de cinq faisceaux. Les faisceaux de la série intérieure alternent avec ceux de la série externe. Un peu plus haut, les faisceaux de chaque série se divisent latéralement; ceux du cercle interne se partagent ordinairement en trois faisceaux chacun, de manière à donner quatorze, quinze ou seize

(1) Il faut bien remarquer que, quoiqu'il y ait une grande différence dans l'insertion des fruits du *Glaucium* et de l'*Eschscholtzia* sur le réceptacle, la manière dont se comportent les quatre groupes de faisceaux qui surmontent le réceptacle du *Glaucium* a la plus grande analogie avec la manière dont se conduisent les quatre faisceaux qui surmontent l'ellipse vasculaire basilaire du fruit de l'*Eschscholtzia* : en effet, de même que les faisceaux latéraux que produisent les deux larges faisceaux réniformes, situés aux extrémités du petit axe de l'ellipse de l'*Eschscholtzia*, se portent aux côtés des deux faisceaux isolés aux extrémités du grand axe de cette ellipse, pour constituer avec eux la charpente de valves, de même, dans le *Glaucium*, les faisceaux extrêmes des deux grands arcs de faisceaux, situés aux extrémités du petit axe de l'ellipse, se portent sur les deux côtés des deux faisceaux isolés à l'extrémité du grand axe de l'ellipse, pour constituer avec eux aussi la charpente des valves. Seulement, il reste encore sept à huit faisceaux dans chaque placenta du *Glaucium*, tandis qu'il n'en reste qu'un dans chaque placenta de l'*Eschscholtzia*.

faisceaux disposés circulairement aussi, et qui plus haut se réduisent à douze par la fusion de quelques-uns d'entre eux. Les cinq faisceaux de la série externe se divisent d'abord chacun en deux faisceaux inégaux, l'un plus petit et l'autre plus gros, qui s'arrangent de manière que dans cette série externe les cinq petits alternent avec les cinq gros. Un peu plus haut chacun des cinq gros faisceaux se partage en trois : deux latéraux montent verticalement, tandis qu'un médian sorti d'entre ces deux verticaux s'écarte horizontalement ou plus ou moins obliquement. Il y a donc cinq faisceaux horizontaux ainsi produits, qui, avec les cinq plus petits de la série externe, entrent dans le tube du périanthe, lequel porte le calice, la corolle et la couronne. J'y reviendrai tout à l'heure.

» Après la séparation des faisceaux du périanthe, il reste encore de la série externe cinq paires de faisceaux qui montent dans le podogyne, parallèlement au cylindre des faisceaux centraux. Bientôt chaque paire des faisceaux externes s'unit en un seul. On n'a plus alors que cinq faisceaux externes, qui continuent de monter dans le podogyne; ce sont ceux des étamines, dont les filaments s'isolent au-dessous de l'ovaire.

» Retournons maintenant aux dix faisceaux qui pénètrent dans le tube du périanthe. Ils émettent, dès la base, des ramifications dont les unes se portent sur les côtés et s'unissent par de nombreuses anastomoses, tandis que les autres se portent en avant, c'est-à-dire vers la face interne. C'est de ces dernières qu'émanent les faisceaux qui vont à la double couronne frangée.

» Des dix faisceaux principaux situés vers la face externe du tube, cinq se prolongent directement dans les sépales, dont ils forment les nervures médianes; les cinq autres s'avancent au-dessous des sinus rentrants qui séparent les divisions du calice, au-dessous desquels sinus ils se bifurquent et envoient une branche dans chacun des sépales voisins, où ils s'étendent près des bords. Ces faisceaux marginaux et le médian de chaque sépale sont unis par un réseau de faisceaux secondaires.

» De la bifurcation même de chacun des cinq faisceaux situés au-dessous des sinus qui séparent les sépales sort le faisceau de la nervure médiane de chaque pétale; celui-ci reçoit, en outre, des faisceaux du réseau né des ramifications des dix faisceaux entrés d'abord dans le tube du périanthe.

» La couronne ou collerette, qui est insérée sur la face interne du tube, a deux rangées de franges; celles de la rangée inférieure sont réunies en une lame plissée dans les cinq sixièmes de sa longueur; celles de la rangée

supérieure sont libres, et reçoivent chacune un fascicule des parties internes du réseau si complexe du tube périanthique.

» Revenons aux faisceaux qui se prolongent dans le podogyne. Nous avons vu qu'il y a d'abord cinq faisceaux externes qui finissent par sortir dans les étamines, et qu'il existe, en outre, plus à l'intérieur, un cercle d'environ quinze faisceaux, qui, plus haut, est réduit à douze. Un peu au-dessous de l'ovaire, six de ces douze faisceaux se portent en dedans, et les six autres, alternes avec les précédents, restent plus à l'extérieur. Ce mouvement s'accentue davantage en montant, et, de plus, des fascicules, qui sont attachés par leur base aux faisceaux qui se portent en dedans et aux faisceaux qui se portent en dehors, vont s'interposer à ces faisceaux externes ou pariétaux, de façon que plus haut ces derniers sont reliés par un réseau de petits fascicules.

» L'ovaire étant sensiblement trigone, à angles arrondis, un des six gros faisceaux pariétaux correspond à chaque angle et un au milieu de chaque face. Les six faisceaux rentrants se disposent par paires devant les trois faisceaux des faces, où, en s'unissant ainsi deux à deux, ils constituent les trois placentas.

» Cet ovaire est surmonté par trois styles, et chacun de ceux-ci est parcouru longitudinalement par un canal qui se prolonge jusqu'au-dessous du stigmate. Un seul faisceau vasculaire accompagne cette cavité longitudinale, et il est situé dans l'épaisseur de la paroi du côté externe du style. Ce faisceau, arrivé dans le renflement terminal stigmatifère, se dilate en lamelle vasculaire qui s'étend obliquement tout autour de la cavité centrale, près du sommet du renflement. La surface stigmatique qui termine ce renflement est formée d'une strate de cellules plus longues que larges, perpendiculaires au disque du stigmate, laquelle strate ferme par en haut la cavité tubuleuse et porte les papilles stigmatiques.

» Voyons maintenant s'il est possible d'expliquer cette structure du pistil par l'une des trois opinions qui acceptent des feuilles carpellaires. La plus ancienne, celle qui admet ici trois feuilles soudées côte à côte, et aux bords desquelles seraient les placentas, est tout à fait incapable de rendre compte de la distribution des faisceaux dans ce pistil. En effet, puisque douze faisceaux continuant ceux de l'axe entrent dans la base de l'ovaire, que six se portent en dehors, pour constituer la paroi (trois aux angles et trois aux faces), tandis que les six faisceaux alternes avec les précédents se portent en dedans pour former les placentas, les six faisceaux placentaires étant situés aux bords des feuilles carpellaires, suivant la théorie, vont se placer deux à deux devant les trois faisceaux pariétaux qui sont au

milieu des faces de l'ovaire; par conséquent les faisceaux des angles de cet ovaire représentent chacun la nervure médiane d'une feuille carpellaire. Cette théorie aurait quelque apparence de vérité, s'il n'existait que ces faisceaux des angles et ceux des placentas; mais il y a, en outre, les trois faisceaux pariétaux, correspondant aux faces de l'ovaire, devant lesquels vont se placer par paire les faisceaux placentaires, qui sont dits situés aux bords des feuilles. Ces trois faisceaux pariétaux, opposés aux placentas, n'entrent donc pas dans la composition des feuilles carpellaires. Leur présence n'étant pas expliquée par la théorie, celle-ci ne peut être admise.

» L'opinion qui accepte un prolongement de l'axe soudé avec chaque bord de feuille carpellaire n'est pas plus heureuse; car il est clair que ces prétendus prolongements de l'axe doivent être représentés par les faisceaux placentaires; or ces faisceaux vont se placer devant les trois faisceaux des faces du prisme ovarieu; ceux-ci restent donc encore en dehors de la constitution des trois feuilles nécessaires à la composition du pistil, d'après cette deuxième théorie.

» La troisième, celle qui admettrait trois feuilles carpellaires fertiles et trois feuilles carpellaires stériles, est aussi invraisemblable que les précédentes. Suivant elle, les deux faisceaux prenant part à la formation de chaque placenta représentent les deux bords d'une même feuille carpellaire, qui aurait pour nervure médiane le faisceau placé derrière le placenta. Chacune de ces feuilles carpellaires fertiles, ployée sur sa face supérieure et contractée de manière à se présenter sous la figure du groupe vasculaire placentaire et du faisceau placé immédiatement derrière, n'est pas vraisemblable. En outre, ces trois prétendues feuilles fertiles comprendraient neuf des douze faisceaux qui entrent dans le pistil. Il resterait donc un seul faisceau pour chacune des trois feuilles stériles, correspondant aux angles du pistil, lesquelles feuilles stériles ne seraient plus soudées aux bords des feuilles fertiles, mais sur les faces dorsales de celles-ci.

» Plutôt que de faire une telle série d'hypothèses, qui ne nous donne qu'une science de pure fantaisie, n'est-il pas préférable d'exprimer tout simplement ce que l'on voit, c'est-à-dire que, des douze faisceaux de la tige qui arrivent à la base du pistil, six restent externes et forment la charpente de la paroi ovarienne, tandis que les six autres, d'abord alternes avec les précédents, se portent en dedans, vont se placer par paires devant trois des faisceaux pariétaux ou externes, et constituent les placentas.

» D'après cela, l'ovaire de ce *Passiflora* serait le résultat de la modification de l'axe, et non celui de la transformation des feuilles.

» Cet avis s'accorde en partie avec celui de M. Schleiden, qui admet que

l'ovaire du *Passiflora* est produit par l'axe creusé en gobelet; mais ce savant pense, en outre, que les styles et les stigmates représentent des feuilles. Je ne crois pas devoir partager, sur ce dernier point, l'opinion du célèbre botaniste, parce que les styles et les stigmates ont une constitution qui leur est propre, et qui n'a rien de celle d'une feuille. Je me bornerai à faire remarquer, pour le moment, que M. Schleiden juge de la nature axile ou foliaire des parties du pistil, d'après leur évolution. Il dit (*Grundzüge*, 1861, p. 486) : « *Chez la feuille, le sommet est d'abord formé, la base à la fin; chez l'axe c'est le contraire qui a lieu.* » On sait pourtant maintenant que c'est là un critérium défectueux, depuis que j'ai mis hors de doute qu'il y a des feuilles qui se forment *de bas en haut*, comme il y en a qui se développent *de haut en bas*, etc. Il y a même des inflorescences dont les axes se développent suivant ces deux modes, et d'autres qui offrent un type mixte, de même que certaines feuilles. »

HYDRAULIQUE. — *Note sur les moyens de faire fonctionner d'eux-mêmes plusieurs systèmes de barrages mobiles;* par M. **A. de Caligny.**

« Au commencement de l'année dernière, j'ai été invité par M. Lagrené, ingénieur des Ponts et Chaussées, à chercher si ce problème ne pourrait pas être résolu au moyen des appareils à colonnes liquides oscillantes dont je suis l'inventeur. Je crois utile de donner quelques détails à ce sujet.

» Il y a des barrages mobiles que l'on peut faire fonctionner d'eux-mêmes : les uns en retirant de l'eau, les autres en refoulant l'eau; mais il fallait pour cela, jusqu'à présent, ou disposer des réservoirs latéraux, d'une hauteur suffisante, ou conserver, pour produire ces effets, une partie notable de la chute d'une rivière. On a essayé, à ce qu'il paraît, d'y suppléer, jusqu'à un certain point, au moyen d'une application du bélier hydraulique ordinaire, mais cela n'a pas réussi à cause des percussions qui en résultent.

» En principe, cependant, le bélier hydraulique permet d'obtenir des pressions considérables au moyen d'une petite portion d'une chute ordinaire. Je ferai d'abord remarquer que l'on peut atténuer beaucoup l'inconvénient précité, en faisant arriver la colonne liquide en mouvement dans un réservoir d'air d'une assez grande capacité pour amortir le choc, si les choses sont disposées de manière que l'air comprimé refoule ensuite le liquide d'une façon convenable.

» Quoi qu'il en soit, je me suis aperçu, en y réfléchissant, que dans toutes

les circonstances où l'on pourra appliquer le principe du bélier *aspirateur*, il sera évident *à priori* que, sans percussion de la colonne liquide sur un réservoir d'air comprimé, on pourra obtenir une aspiration dont la force sera en général très-grande, par rapport à la portion de chute qui aura été employée à la produire.

» Dans les circonstances où l'on a toute l'eau d'une rivière à sa disposition, il s'agit bien moins, pour faire fonctionner un barrage, de chercher à économiser le travail moteur, que de chercher quel est l'appareil le plus simple au moyen duquel on pourra obtenir une succion d'une force suffisante. Il y a lieu d'espérer que, dans bien des cas, il suffira de laisser couler l'eau de la rivière dans un tuyau de conduite d'une assez grande longueur, et d'intercepter alternativement l'écoulement du côté d'amont, pour que la force vive de la colonne liquide contenue dans ce tuyau fasse une aspiration suffisante, dans une capacité avec laquelle la partie d'amont de ce tuyau communiquera au moyen d'une soupape. L'idée d'appliquer, par exemple, au barrage de M. Desfontaines, le principe du bélier aspirateur, ainsi que je viens de l'indiquer, me paraît intéressante, mais quelques détails sont nécessaires pour bien faire comprendre l'état de la question.

» Sans rappeler ici en quoi consiste le barrage très-connu de M. Desfontaines, il suffit de rappeler que, pour le faire fonctionner de lui-même, on fait agir alternativement la pression résultant d'une partie de la chute totale, sur des surfaces tournant alternativement autour d'un axe dans une sorte de tambour, et dont le côté opposé est en temps utile débarrassé du liquide, dont la pression s'opposerait aux mouvements que l'on veut produire. Or il est clair que si, par un moyen quelconque, on produit une aspiration suffisante sur une des faces dont il s'agit, en mettant alternativement l'appareil aspirateur en communication avec chacune de ces faces, on obtiendra ces mouvements aussi bien que par une pression directe de l'eau, comme on le fait seulement aujourd'hui. Ainsi l'on pourrait, par exemple, faire fonctionner ce barrage en employant des pompes aspirantes. Il s'agit maintenant d'éviter autant que possible le travail des ouvriers.

» Au moyen d'un bélier aspirateur ou d'une machine analogue, on peut produire directement une succion, comme je viens de l'indiquer. Cet appareil aspirerait l'eau qui, dans l'état actuel de ce barrage, n'est retirée alternativement qu'au moyen de la *descente* de cette eau résultant de ce qu'on emploie une partie notable de la chute totale pour faire fonctionner le système. Or, si les capacités que l'on doit vider alternativement sont entièrement au-dessous du niveau du bief d'aval, on conçoit que cet

effet peut être obtenu, au moyen d'un bélier aspirateur. En substituant l'aspiration résultant du mouvement acquis d'une colonne liquide à la pression directe résultant de l'emploi d'une partie de la chute, on a, toutes choses supposées même égales d'ailleurs, l'avantage de pouvoir, en général, *n'agir que sur des surfaces d'une étendue beaucoup moindre.* Ainsi l'aspiration ne procure pas seulement l'avantage de n'employer qu'une fraction moindre de la chute (si même on ne pouvait obtenir l'effet voulu, sans réserver pour cela une partie de cette chute, dans le cas où la vitesse engendrée par le mouvement naturel de la rivière dans un tuyau de conduite ne serait pas suffisante); cette aspiration procure de plus l'avantage de diminuer beaucoup les dimensions de l'espèce de tambour dans lequel les surfaces motrices se meuvent alternativement. On pourra donc n'avoir à faire que des fondations d'une petite profondeur au-dessous du fond de la rivière, même si l'on veut profiter de la possibilité de débarrasser complétement cette rivière, dans certaines circonstances, comme si toute espèce de barrage était supprimé.

» Il est facile de voir que, la masse à mettre en mouvement d'un côté d'une surface dont l'autre côté sera pressé par l'atmosphère, devant être en général assez grande, à cause de la largeur de la rivière, par rapport à la masse d'eau contenue dans le tuyau faisant fonction de *corps de bélier aspirateur*, il résulterait de cette combinaison une cause notable de déchet; ainsi le cas n'est pas le même que s'il s'agissait d'aspirer alternativement un piston. On conçoit que l'eau, qui doit être mise en mouvement en vertu de la vitesse acquise de la colonne liquide tendant à faire le vide, pourrait être d'abord trop notablement séparée de cette colonne, en vertu du vide plus ou moins parfait se produisant derrière celle-ci. Il vaut donc mieux, comme on le fait du reste dans le bélier aspirateur, n'agir dans ce cas sur la masse d'eau qui doit être alternativement aspirée, que par l'intermédiaire d'un réservoir d'air dilaté.

» Il est convenable, d'après cela, dans cette circonstance, d'employer le bélier aspirateur à dilater l'air dans un réservoir d'air de dimensions suffisantes, l'eau de la capacité qu'il s'agit d'épuiser alternativement passant alors dans le système comme l'eau qui est élevée par un bélier aspirateur. De cette manière, la surface qu'il s'agit de mettre en mouvement pour faire fonctionner le barrage marchera sans soubresauts, et l'on n'aura à se défier que du moment où elle achèvera sa course, soit dans un sens, soit dans l'autre. Mais à ces limites on a de moyens connus d'amortir un choc. Ce qui vient d'être dit pour une surface qui serait seule peut être applicable

à une série de surfaces mobiles successives, chacune pouvant fonctionner entre des surfaces fixes verticales.

» Si, au lieu d'employer le bélier aspirateur ordinaire, on veut produire les mêmes effets de manière que le barrage fonctionne de lui-même, c'est-à-dire sans qu'il soit indispensable qu'un ouvrier mette l'appareil en train, cet effet peut être obtenu en substituant à la soupape d'arrêt du bélier aspirateur une sorte de vanne cylindrique convenablement modifiée, fonctionnant de la même manière que la soupape de Cornwall d'un de mes moteurs hydrauliques à piston alternativement aspiré. Le 6 avril 1844, j'ai communiqué à la Société Philomathique de Paris, comme on peut le voir dans le journal *l'Institut* et à la page 31 du Bulletin de cette Société, une disposition dans laquelle le piston moteur était précisément une porte tournant alternativement autour d'un axe et liée à une autre porte tournant autour du même axe, chacune de ces portes étant ramenée alternativement en arrière par l'autre, à l'époque où la pression motrice agissait sur celle-ci et n'agissait plus sur l'autre (1). Le barrage de M. Desfontaines n'est pas sans quelque analogie avec cette disposition, relativement à laquelle j'avoue que je ne pensais pas à un barrage quand je la présentai. Mais il n'est peut-être pas sans quelque intérêt de la rappeler succinctement, afin de mieux montrer comment mes idées trouvent naturellement leur application à un système composé d'éléments semblables à ceux que j'avais étudiés, sans que cela diminue en rien le mérite de M. Desfontaines. Le système était considéré, soit dans le cas où l'espèce de porte tournante, c'est-à-dire mobile dans une sorte de tambour, était poussée par la pression directe de l'eau, soit dans celui où l'eau motrice agissait par aspiration en vertu de la vitesse acquise d'une colonne liquide.

» Dans ce système, la pièce dont il s'agit, analogue à une soupape de Cornwall, après avoir été levée une première fois, s'enfonce en vertu de la vitesse acquise de l'eau au-dessous d'elle, par le même principe que celui qui fait enfoncer les pontrelles dans les barrages : à partir du moment où elle repose sur son siége, la colonne liquide agit par aspiration.

» Au lieu d'agir sur un piston alternativement aspiré, comme dans celui de mes appareils que je rappelle, elle agirait sur la masse d'eau qu'il faut

---

(1) Voici un extrait de la Note dont il s'agit : « On peut recevoir l'action au moyen de portes tournant autour d'axes *verticaux*, et même disposer l'axe dans la paroi de séparation de deux tuyaux juxtaposés de façon qu'un des côtés de la porte fasse fonctionner l'autre... »

faire sortir du système, soit d'un côté, soit de l'autre, de la surface motrice dont j'ai parlé. On conçoit que la communication peut être alternativement établie entre la tête de cette machine et l'une ou l'autre des faces dont il s'agit. Je n'entrerai pas ici dans les détails de ce genre.

» Tant que la colonne en mouvement dans le tuyau de conduite ou corps de bélier agira par aspiration, il y aura une cause qui tiendra la vanne cylindrique ou soupape de Cornwall appliquée sur son siége, la partie supérieure de cette pièce mobile étant disposée de manière à recevoir par-dessus, je veux dire sur un anneau supérieur d'un diamètre intérieur moindre que le reste de la vanne, la pression de l'atmosphère. Mais, quand la colonne aspirante aura éteint son mouvement, la même cause n'existant plus, un balancier à contre-poids ou un flotteur relèvera cette pièce mobile, et l'eau entrera dans le système quand elle sera de nouveau levée, comme cela se fait dans mon appareil précité.

» Si le barrage est couché et qu'on veuille le faire lever, à partir du moment où la baisse de l'eau aura atteint une certaine limite, le contre-poids du balancier, pouvant alors se trouver *découvert* et agissant comme un flotteur sorti de l'eau, fera lever l'espèce de vanne cylindrique ou de soupape de Cornwall précitée.

» Il semble, au premier aperçu, que celle-ci ne s'ouvrirait pas d'une manière suffisante en vertu de ce principe; mais il suffit de faire attention que la partie supérieure est, comme je l'ai dit ci-dessus, disposée de manière à supporter une pression de haut en bas, qui peut être rendue assez forte, d'autant plus que cette pièce est bien plutôt soulevée, dans mes expériences sur des machines analogues, par suite du retour de la colonne aspirante, que par le contre-poids, quand le jeu régulier est établi. Par conséquent, pour une première levée, le contre-poids ne la soulèvera, si l'on veut, que lorsqu'il sera entièrement découvert. A partir du moment où elle sera légèrement soulevée, la colonne du tuyau de conduite résistant d'abord par son inertie à l'eau affluente, le contre-poids n'aura à faire qu'un effort beaucoup moindre pour achever de la soulever, de sorte qu'il pourra même, au besoin, rentrer en partie dans l'eau.

» Si l'on veut, au contraire, faire baisser le barrage quand l'eau sera montée à une certaine hauteur en amont, à cette époque, le contre-poids dont je viens de parler sera entièrement plongé; mais un flotteur annulaire, disposé à une hauteur convenable au-dessus de la vanne cylindrique ou soupape de Cornwall, sera recouvert par le liquide. Il pourra donc faire lever cette pièce, quoique le contre-poids précité n'agisse plus. Il ne com-

mencera aussi à pouvoir la lever qu'à l'époque où son effort sera bien plus grand que celui qui sera nécessaire pour achever la levée, par la même raison que celle dont je viens de parler, relativement au contre-poids; ce flotteur annulaire pourra donc s'émerger un peu au besoin.

» J'ai pris pour exemple le barrage de M. Desfontaines, qui, dans l'état actuel des constructions de ce système, fonctionne précisément au moyen du mouvement alternatif de surfaces tournant dans une sorte de tambour, comme celui des appareils moteurs précités de mon invention, que j'ai indiqué succinctement dans le *Bulletin de la Société Philomathique* du 6 avril 1844. Ne pensant pas alors à un barrage, je ne l'avais présenté qu'avec un axe vertical; il doit être modifié comme je l'ai indiqué aujourd'hui, pour être employé à faire fonctionner des barrages mobiles; mais le principe qui permettait déjà de le faire marcher, au moyen de l'aspiration résultant du mouvement acquis d'une colonne liquide, change l'état de la question en la simplifiant, de manière à permettre d'étudier l'application à d'autres barrages de l'appareil que je rappelle. On conçoit, en effet, que l'essentiel pour divers barrages mobiles était d'avoir un moyen commode et peu dispendieux de relever et de baisser alternativement, sur toute la largeur d'une rivière, les surfaces qui doivent alternativement la barrer. Quant aux moyens de rendre la marche entièrement automatique, j'ai cru devoir en dire quelques mots. »

VITICULTURE. — *Sur la maladie de la vigne;* Note de M. H. Marès.

« A l'appui des faits que j'ai cités dans ma Communication du 27 janvier dernier sur la maladie de la vigne, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie :

» 1° Un flacon contenant des racines recueillies vers le milieu du mois d'août dernier, dans la vigne phylloxérée de Las Sorres, près Montpellier, où ont été faites plusieurs expériences de la Commission départementale de l'Hérault, pour la maladie de la vigne. Ces racines, qui sont toujours restées dans le flacon où elles sont renfermées, sont couvertes depuis près d'un mois d'un réseau de moisissures. On y trouve un assez grand nombre de *Phylloxera* aptères à toutes les périodes de leur développement, depuis l'œuf jusqu'à la larve brune. Le nombre de ces insectes sur ces racines a plusieurs fois varié; après avoir été très-faible aux mois d'octobre et de novembre, il a augmenté en décembre, et leur état de multiplication persiste depuis cette époque.

» 2° Un deuxième flacon, contenant des racines recueillies au mois d'oc-

tobre dernier, et dans la même vigne attaquée du domaine de Las Sorres. Les *Phylloxera* qui couvrent ces racines sont aussi à l'état de multiplication.

» 3° Un troisième flacon, contenant des racines avec des *Phylloxera* et de la terre; le tout a été pris le 15 décembre dernier, dans la même vigne malade du domaine de Las Sorres. A cette époque de l'année, on trouvait encore les insectes en assez grand nombre sur les racines, probablement à cause de la douceur de l'hiver, ainsi que le prouve l'échantillon que je mets sous les yeux de l'Académie.

» Les racines malades et phylloxérées, dont il est ici question, ont été recueillies par MM. Jeannenot et Durand, professeurs à l'École régionale d'agriculture de Montpellier et secrétaires de la Commission départementale de la maladie de la vigne. J'ai eu plusieurs fois l'occasion d'observer ces racines avec eux depuis qu'ils les ont recueillies, et de suivre sur ces échantillons les développements alternatifs qu'y prenaient les insectes. Ce exemples prouvent, comme je l'ai déjà dit, que le *Phylloxera* se développe facilement, même en hiver à une température relativement basse, celle d'appartements où l'on ne fait que de petits feux de cheminée (9 à 12 degrés) sur des racines faibles, mourantes, et déjà couvertes de moisissures.

» Je présente aussi à l'Académie des préparations de racines de vignes saines et malades, recueillies aux mois d'août et de septembre 1868, et au mois de janvier 1869. Ces racines présentent toutes une particularité que j'ai retrouvée sur les racines de vigne que j'ai observées à toutes les époques de l'année, c'est la présence de la fécule en quantités souvent considérables. Il est probable que ce fait n'est point isolé et s'étend à d'autres végétaux. »

CHIMIE. — *Sur la densité de l'alcool absolu rigoureusement pur;* Extrait d'une Lettre de M. Is. Pierre à M. Dumas.

« A la suite de mes anciens travaux sur la dilatation des liquides, des réclamations furent adressées au Ministère des Finances, il y a une quinzaine d'années environ, au sujet de l'incertitude présumée de la densité de l'alcool absolu qui avait été pris pour type dans la construction des alcoomètres centésimaux. Mes résultats s'étaient trouvés confirmés par des travaux faits à l'étranger. Le Gouvernement fit alors appel aux lumières de l'Académie des Sciences, en l'invitant à donner son avis sur la question. La Commission nommée par l'Académie proposa, par l'organe de Pouillet,

son rapporteur, de maintenir, dans la pratique, le nombre indiqué par Gay-Lussac pour la densité de l'alcool absolu.

» J'avais eu d'abord l'intention d'intervenir dans la discussion, pour justifier mes résultats; je ne l'ai pas fait, et, depuis cette époque, l'expérience est venue, en effet, nous apprendre qu'il doit être très-difficile de se procurer de l'alcool vinique chimiquement pur, exempt d'alcools supérieurs, et notamment d'alcools propylique, butylique et amylique. Or tous ces alcools ont des densités différentes de celle de l'alcool vinique, et des coefficients de dilatation différents.

	à 0°.	à 15°.
L'alcool vinique a pour densité........	0,815	0,80214
L'alcool propylique »	0,8198	0,80825
L'alcool butylique »	0,817	0,806
L'alcool amylique »	0,8253	0,8146

» La diminution de densité, de zéro à 15 degrés, est donc :

Pour le premier......................	0,01286
Pour le deuxième................. ...	0,01055
Pour le troisième.....................	0,011
Pour le quatrième.....................	0,0107

» Quelle peut être l'influence de la présence des trois derniers sur la densité du mélange, en les y supposant même en faible quantité? Nul ne serait en mesure de l'exprimer en chiffres, même approchés.

» Il me semble permis d'en conclure que, scientifiquement du moins, la question n'est pas encore tranchée d'une manière définitive. »

Cette Note de M. Is. Pierre sera soumise à l'examen des Sections de Physique et de Chimie.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section d'Astronomie, la place laissée vacante par le décès de M. *E. Laugier*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Janssen obtient.	42	suffrages.
M. Lœwy	13	»
M. Wolf	1	»

M. Janssen, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours du prix Savigny, pour 1872.

MM. Blanchard, de Quatrefages, Milne Edwards, de Lacaze-Duthiers, Coste réunissent la majorité des suffrages.

Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Gay, Boussingault, Brongniart.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Détermination nouvelle de la vitesse de la lumière;* par M. A. Cornu.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat définitif de mes recherches relatives à la détermination de la vitesse de la lumière, entreprises depuis trois ans. Dans une précédente Communication, j'ai décrit succinctement la méthode d'observation, qui, en principe, est celle de la roue dentée, due à M. Fizeau, ainsi que les perfectionnements divers apportés à cette méthode. Parmi ces perfectionnements, je rappellerai l'enregistrement électrique de la vitesse du mécanisme, vitesse qu'il est nécessaire de connaître à chaque instant en valeur absolue, puisque c'est à elle que l'on compare directement la vitesse de la lumière. La régularité et la concordance des résultats de mes premiers essais, entre deux stations distantes seulement de $2\frac{1}{2}$ kilomètres, me faisaient espérer qu'en répétant l'expérience entre deux stations nouvelles dont la distance est quadruple, je pourrais obtenir une détermination assez précise de la vitesse de la lumière, pour décider entre les deux valeurs différentes fournies, l'une par les anciennes données astronomiques (308 à 310 kilomètres par seconde), l'autre (298000) par les expériences de Foucault, fondées sur l'emploi du miroir tournant. Je me croyais même en droit d'espérer une valeur « exacte probablement » à moins d'un centième ». Je suis heureux d'annoncer que cette exactitude a été atteinte et même dépassée, et que la question de la valeur absolue de la vitesse de la lumière me paraît résolue en faveur du nombre le plus faible, ainsi qu'on va le voir par les résultats numériques que j'ai obtenus.

» Je décrirai d'abord en quelques mots la disposition des appareils. La

station d'observation est installée dans une mansarde du pavillon de l'École Polytechnique; l'autre station, dans la chambre de l'une des casernes du Mont-Valérien. A la première station sont disposés, à demeure, la lunette d'observation (180 millimètres d'ouverture, $2^m,40$ de distance focale), la roue dentée et son mécanisme moteur, le système éclaireur, l'appareil enregistreur des vitesses, les fils électriques amenant la seconde, etc. La station opposée ne renferme que le collimateur à réflexion, composé d'un objectif (de 110 millimètres d'ouverture et de $1^m,20$ de distance focale) monté en lunette et muni dans le plan focal d'un petit miroir plan en verre argenté.

» Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, je décris en détail les diverses précautions à prendre pour ajuster, suivant la même droite, les axes optiques des deux appareils et pour placer exactement la surface du miroir dans le plan focal du collimateur. Cette seconde condition doit être remplie avec une grande exactitude, sans quoi la perte de lumière au retour serait considérable : je suis parvenu à remplir cette condition d'une manière complète en me servant, comme d'un réticule, de la pellicule d'argent partiellement enlevée sur certains points du miroir : la précision est alors entièrement déterminée par le pouvoir définissant de la lunette.

» Parmi les perfectionnements introduits dans le cours de ces nouvelles recherches, je veux citer la construction du moteur de la roue dentée. Le moteur à denture hélicoïdale, construit par Froment, a été abandonné comme nécessitant une force motrice trop considérable : j'ai notablement simplifié le dispositif en utilisant des mécanismes d'horlogerie qu'on trouve dans le commerce sous le nom de *roulants carrés* (de 12 à 15 centimètres de côtés); on ôte l'échappement et la minuterie, et l'on remplace la roue à rochets de l'échappement par une roue plus légère et à denture plus fine; j'ai employé, à cet effet, 3 modèles de roues à 104, 116 et 140 dents.

» En disposant un ressort énergique dans le barillet, j'ai pu atteindre des vitesses de 700 à 800 tours par seconde. Enfin, comme complément, j'ai disposé, sur l'axe de l'aiguille des minutes, une came électrique, nécessaire pour l'enregistrement de la vitesse de rotation du mécanisme, un frein destiné à régler à volonté cette vitesse, et un second barillet permettant de faire tourner la roue dentée en sens inverse. Cette dernière disposition est utile pour éliminer certaines erreurs systématiques qui pourraient résulter du mécanisme lui-même.

» Je n'insisterai pas sur la description d'une expérience : l'observateur, attentif aux variations d'intensité de la lumière de retour, transmet des signaux électriques à l'enregistreur (cylindre couvert de papier noirci sur lequel trois électro-aimants font tracer respectivement les signaux de l'horloge à seconde, de la came du mécanisme et de la clef gouvernée par l'observateur). En général, il note les disparitions successives de la lumière qui correspondent à des vitesses de la roue dentée variant comme la série des nombres impairs : grâce à la manœuvre du frein, il peut à volonté produire un mouvement accéléré ou ralenti du mécanisme, ou maintenir une vitesse sensiblement constante pendant quelques secondes.

» Malgré les circonstances défavorables de l'atmosphère de Paris, j'ai pu obtenir souvent une lumière de retour très-intense avec la lampe à oxyhydrique, soit même avec une simple lampe à pétrole. Le nombre total de mes observations dépasse mille; elles sont enregistrées sous forme de tracés graphiques, que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie. Le travail de réduction est assez long; aussi n'ai-je relevé que les observations les plus complètes et faites dans des circonstances satisfaisantes; leur nombre s'élève à six cent cinquante environ. Une méthode uniforme de calcul m'a permis de déduire de ces tracés le temps que la lumière mettait pour accomplir le double de la distance des deux stations. Cette distance a été déterminée avec soin et trouvée égale à 10310 mètres, avec une erreur probable inférieure à 10 mètres en plus ou en moins, c'est-à-dire une approximation d'un millième. J'ai effectué moi-même cette mesure, à l'aide d'une petite triangulation : j'ai profité de ce que, du belvédère de l'École Polytechnique, on apercevait les trois saillants des bastions n° 1, n° 2 et n° 5 des fortifications du Mont-Valérien; en relevant, à l'aide d'un bon cercle azimutal, les angles sous-tendus par ces trois points, j'ai pu, par le calcul des *segments capables*, me procurer les données nécessaires à la mesure de la distance des deux stations; les dimensions de la forteresse ayant été exactement mesurées par les officiers du génie, j'ai relevé, au Dépôt des fortifications, les distances des points nécessaires, ce qui m'a dispensé de mesurer une base.

» J'ai pu, d'un autre côté, trouver, à la Préfecture de la Seine, deux déterminations de la distance de certains repères du Mont-Valérien au Panthéon, l'une empruntée aux opérations du Cadastre, l'autre à celles de la Commission du plan de Paris. La moyenne des trois valeurs très-concordantes ainsi obtenues a donné le nombre adopté plus haut. Si, plus tard, une opération géodésique complète pouvait fournir une distance plus

exacte des deux stations, la correction qu'il conviendrait d'appliquer à mes résultats serait très-facile à calculer.

» Le tableau suivant donne le résultat des calculs définitifs; les valeurs de la vitesse de la lumière exprimées en kilomètres par seconde sont classées d'après l'ordre des occultations de la lumière de retour qui les a fournies :

1er ordre.	2e ordre.	3e ordre.	4e ordre.	5e ordre.	6e ordre.	7e ordre.
»	302.600	297.300	298.500	298.800	297.500	300.4
»	(17)	(236)	(376)	(480)	(91)	(27)

» Les nombres entre parenthèses expriment les *poids* relatifs des valeurs correspondantes; on les a formés en divisant par 10 le produit du nombre d'observations par $2n - 1$ (n étant l'ordre de l'occultation) et par les coefficients 1, 2, 3, 4, suivant que les annotations du carnet d'expériences portaient *assez bon*, *bon*, *très-bon*, *excellent*, suivant l'état de l'atmosphère.

» La moyenne composée donne 298400; en multipliant ce nombre par l'indice de réfraction de l'air 1,0003, on obtient le nombre 298500 kilomètres par seconde, pour la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide déduite de l'ensemble de mes observations. J'estime que ce nombre est approché à $\frac{1}{300}$.

» Les physiciens ne verront pas sans intérêt la concordance de ce résultat avec celui de Foucault. Il est bon de remarquer d'ailleurs que les expériences de Foucault exigeaient une vérification, non-seulement parce que le détail des observations et du procédé n'a pas été publié et échappe ainsi à toute discussion, mais parce que la méthode du miroir tournant donne prise à des objections graves, dans l'exposé desquelles je ne puis entrer ici; la méthode de M. Fizeau est, au contraire, à l'abri de ces objections. Les astronomes, de leur côté, trouveront, dans cette nouvelle détermination de la vitesse de la lumière, une confirmation importante de la valeur de la parallaxe du Soleil 8",86, qu'on obtient en rapprochant ce nombre de la constante de l'aberration. C'est la valeur que M. Le Verrier a retrouvée, par trois séries d'observations, relatives au mouvement des planètes, en particulier de Mars et de Vénus. On ne saurait donc trop insister sur l'importance en Astronomie de la détermination précise de la vitesse de la lumière.

» En terminant, je me crois en droit d'affirmer, ainsi que l'a annoncé M. Fizeau dès ses premières recherches, que les mêmes expériences pourraient, sans beaucoup plus de difficultés, être répétées, dans des conditions atmosphériques et topographiques favorables, avec des stations séparées de

20 à 30 kilomètres. Dans ces circonstances et avec l'aide d'une opération géodésique spéciale, je ne doute pas qu'on puisse obtenir une détermination de la vitesse de la lumière approchée à moins d'un millième. J'ai le plus grand désir de tenter cette expérience et je serais fort honoré si l'Académie voulait bien accueillir favorablement ce projet. Il est à désirer, pour l'honneur de la science française, que ces grands travaux relatifs à la vitesse de la lumière, commencés par Rœmer à l'Observatoire de Paris, simplifiés et continués par des savants français, soient achevés en France avec toute la précision que comporte leur importance au point de vue de la Physique et de l'Astronomie. »

Conformément au désir exprimé par M. Le Verrier, la Commission du passage de Vénus, qui a déjà associé M. Cornu à ses travaux, recevra communication de son Mémoire.

PHYSIQUE. — *Sur la résistance électrique des métaux;* Note de M. Benoit.

(Commissaires : MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Jamin.)

« On sait depuis longtemps que la résistance électrique des métaux augmente quand leur température s'élève. Cet accroissement a été mesuré jusqu'à 100 degrés par M. Becquerel et par Matthiessen, et jusqu'à 200 degrés dans quelques métaux par M. Lenz, et plus récemment par M. Arndtsen. Je me suis proposé de suivre la variation au delà de ces limites, et de déterminer l'accroissement de la résistance spécifique jusqu'à des températures très-élevées.

» Si nous appelons x la résistance spécifique d'un métal, c'est-à-dire sa résistance sous l'unité de longueur et sous l'unité de section, la résistance d'un fil de ce métal, de longueur l et de section s, est, d'après les lois de Davy,

$$R = x\frac{l}{s},$$

ou, en remplaçant s par sa valeur en fonction du volume V, du poids P et de la densité D de ce fil,

$$R = \frac{xl^2}{V} = \frac{xDl^2}{P}.$$

Si D, P et l sont connus, et qu'on détermine R à t degrés, on pourra tirer de cette dernière relation la valeur de la résistance spécifique à cette température.

» Pour mesurer R, j'ai employé principalement la méthode du galvanomètre différentiel de M. Becquerel. Le courant fourni par deux éléments Daniell était divisé en deux parties égales qui parcouraient en sens contraires les deux fils d'un galvanomètre différentiel très-sensible. Dans l'un des circuits était intercalé le fil à étudier, dans l'autre une longueur du fil d'un rhéostat dont la résistance était équivalente quand l'aiguille était à zéro. Les résistances R, R',... de différents fils soumis à l'expérience étaient proportionnelles aux longueurs l, l',... de fil de rhéostat qui avaient servi à les mesurer; et pour exprimer ces résistances en fonction d'une unité donnée, il suffisait d'avoir déterminé une fois pour toutes le rapport du fil du rhéostat lui-même à cette unité. Le rhéostat était formé simplement de deux fils de platine identiques, très-réguliers, tendus parallèlement sur une règle horizontale de deux mètres de longueur. Ces fils traversaient une cupule de liége remplie de mercure et portée par un curseur mobile le long de la règle. Le courant, arrivant par le premier fil, traversait le mercure et sortait par le second fil. La règle portait une échelle divisée en millimètres, et, en déplaçant le curseur de n divisions, on augmentait ou diminuait la longueur du circuit de la valeur $2n$. Je n'insiste pas sur les détails qui permettent d'atteindre une très-grande précision et sur les vérifications que j'ai faites de la méthode et de l'appareil.

» Le fil à étudier était soudé, par chacune de ses extrémités, à une tige de cuivre, puis enroulé sur un support cylindrique en terre de pipe, et enfin chauffé dans un moufie étroit et profond, occupant l'axe d'une grande bouteille de fer forgé. Cette bouteille était placée dans un fourneau à gaz, à deux enveloppes concentriques; en y introduisant une substance volatilisable convenablement choisie, et chauffant ensuite jusqu'à l'ébullition, on portait tout l'appareil et, par conséquent, le fil lui-même à une température fixe et connue.

» En déterminant ainsi les résistances d'un même métal porté successivement à diverses températures connues, on obtient un certain nombre de points, qui permettent de construire la *courbe des résistances* et d'en calculer les éléments.

» Les températures fixes ayant servi à mes déterminations sont les suivantes :

Température ambiante au moment de l'expérience.

Ébullition de l'eau........................	100°
» du mercure........................	360
» du soufre........................	440
» du cadmium........................	860

» J'ai fait, en outre, un grand nombre de mesures au-dessous de 360 degrés, l'appareil étant plein de mercure et chauffé par un courant de gaz régulier; la température était indiquée par des thermomètres placés dans le moufle à différentes profondeurs.

» Les résultats obtenus par la méthode précédente ont été contrôlés et confirmés par quelques déterminations faites, par la méthode du *pont de Wheatstone*, à l'aide d'une caisse de résistances semblable à celles qui sont employées en Télégraphie.

» Les tableaux suivants résument les résultats de ce travail.

» Dans le premier, les conductibilités spécifiques à zéro sont exprimées en fonction des deux unités qui sont habituellement employées aujourd'hui : l'unité théorique absolue ou *ohm*, proposée par l'Association Britannique, et l'unité de mercure, adoptée par M. Werner-Siemens. La troisième colonne donne les conductibilités rapportées à l'argent, pour permettre de comparer ces résultats aux coefficients si connus de MM. Becquerel, Lenz, Matthiessen, etc.

» Le deuxième tableau donne les formules de l'accroissement de la résistance avec la température. Cet accroissement se fait régulièrement, jusqu'au point de fusion, suivant les ordonnées d'une courbe dont les abscisses représentent les températures correspondantes, et qui diffère en général assez peu d'une ligne droite; en rapportant les résistances à la résistance à zéro, il peut s'exprimer par une formule de la forme

$$R_t = R_0(1 + at + bt^2).$$

» Les constantes a et b ont été calculées par la méthode des moindres carrés, qui fait concourir toutes les observations à la détermination des valeurs les plus probables des inconnues.

» L'accroissement varie d'un métal à l'autre. Dans l'acier et le fer, la résistance initiale est doublée vers 170 degrés; dans l'argent, le cuivre, l'or, vers 255 degrés; dans le platine, vers 455 degrés seulement. Dans les alliages, l'accroissement est en général plus faible : dans le maillechort, par exemple, la résistance n'a augmenté, à 860 degrés, que des 0,3 de sa valeur à zéro. Les nombres de ce tableau expriment la variation de la *résistance spécifique*, c'est-à-dire de la résistance ramenée toujours à l'unité de longueur et de section; si l'on veut les employer pour calculer la résistance à $t°$ d'*un fil donné* dont la résistance à zéro est connue, il faut tenir compte de l'influence des changements de dimension de ce fil, c'est-à-dire multiplier la résistance obtenue par $\frac{1}{1+\delta t}$, δ étant le coefficient de dilatation. Cette

correction n'est pas négligeable quand la température dépasse certaines limites.

Résistances spécifiques des métaux à zéro.

	Résistance de 1 mètre sur 1 millimètre carré		Conductibilités rapportées à l'argent.
	en *ohm.*	en unités Siemens.	
Argent pur recuit	0,0154	0,0161	100
Cuivre recuit	0,0171	0,0179	90
Argent $(\frac{950}{1000})$ recuit	0,0193	0,0201	80
Or pur recuit	0,0217	0,0227	71
Aluminium recuit	0,0309	0,0324	49,7
Magnésium écroui	0,0423	0,0443	36,4
Zinc pur recuit à 350 degrés	0,0565	0,0591	27,5
Zinc pur écroui	0,0594	0,0621	25,9
Cadmium pur écroui	0,0685	0,0716	22,5
Laiton recuit	0,0691	0,0723	22,3
Acier recuit	0,1099	0,1149	14,0
Étain pur	0,1161	0,1214	13,3
Bronze d'aluminium recuit	0,1189	0,1243	13,0
Fer recuit	0,1216	0,1272	12,7
Palladium recuit	0,1384	0,1447	11,1
Platine recuit	0,1575	0,1647	9,77
Thallium	0,1831	0,1914	8,41
Plomb pur	0,1985	0,2075	7,76
Maillechort recuit	0,2654	0,2775	5,80
Mercure pur	0,9564	1,0000	1,61

Variation de la résistance avec la température.

Acier	$R_t = R_0$	$(1 + 0{,}004978\,t + 0{,}000007351\,t^2)$
Fer	»	$(1 + 0{,}004516\,t + 0{,}000005828\,t^2)$
Étain	»	$(1 + 0{,}004028\,t + 0{,}000005826\,t^2)$
Thallium	»	$(1 + 0{,}004125\,t + 0{,}000003488\,t^2)$
Cadmium	»	$(1 + 0{,}004264\,t + 0{,}000001765\,t^2)$
Zinc	»	$(1 + 0{,}004192\,t + 0{,}000001481\,t^2)$
Plomb	»	$(1 + 0{,}003954\,t + 0{,}000001430\,t^2)$
Aluminium	»	$(1 + 0{,}003876\,t + 0{,}000001320\,t^2)$
Argent	»	$(1 + 0{,}003972\,t + 0{,}000000687\,t^2)$
Magnésium	»	$(1 + 0{,}003870\,t + 0{,}000000863\,t^2)$
Cuivre	»	$(1 + 0{,}003637\,t + 0{,}000000587\,t^2)$
Or	»	$(1 + 0{,}003678\,t + 0{,}000000426\,t^2)$
Argent $(\frac{950}{1000})$	»	$(1 - 0{,}003522\,t + 0{,}000000667\,t^2)$
Palladium	»	$(1 + 0{,}002787\,t - 0{,}000000611\,t^2)$
Platine	»	$(1 + 0{,}002454\,t - 0{,}000000594\,t^2)$

Laiton..................	» . $(1 + 0{,}001599\,t)$
Bronze d'aluminium.......	» $(1 + 0{,}001020\,t)$
Maillechort..............	» $(1 + 0{,}000356\,t)$
Mercure.................	» $(1 + 0{,}000882\,t + 0{,}000001140\,t^2)$. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la trempe du verre, et en particulier sur les larmes bataviques;* Note de M. V. DE LUYNES.

(Commissaires : MM. Dumas, Élie de Beaumont, Ch. Sainte-Claire Deville, Fremy, Jamin.)

« La rupture qui se produit dans les larmes bataviques, au moment où l'on en brise la queue, a été attribuée jusqu'à présent à l'état de dilatation forcée de la masse intérieure. On admet que la couche extérieure, brusquement solidifiée par le refroidissement, au moment où les parties intérieures sont chaudes et fortement dilatées, force ces dernières, auxquelles elle reste adhérente, à conserver un volume plus grand que celui auquel elles se seraient réduites si toute la larme s'était refroidie lentement. De là un état d'équilibre instable, qui n'est maintenu que par la résistance des couches extérieures; de sorte que, si l'on détruit cette résistance par la rupture de la queue ou d'une autre partie de la larme, l'état d'équilibre cesse et la rupture a lieu.

» Les expériences dont j'ai l'honneur de présenter les résultats à l'Académie semblent prouver, au contraire, que les effets produits par les larmes bataviques sont dus principalement à l'état particulier des couches extérieures, et que les couches intérieures ne jouent aucun rôle ou ne jouent qu'un rôle secondaire dans le phénomène.

» Les actions mécaniques, au moyen desquelles on brise ordinairement les larmes bataviques, produisent nécessairement dans le verre des vibrations dont il est impossible d'apprécier l'effet. C'est pourquoi, dans cette étude, je me suis servi surtout de l'acide fluorhydrique, dont on peut modérer l'action à son gré et qui permet de détruire à volonté et sans secousse la partie de la larme que l'on veut attaquer.

» En suspendant une larme par un fil, au-dessus d'un vase en platine plein d'acide fluorhydrique, de manière que l'extrémité de la queue plonge dans le liquide, on constate qu'on peut toujours dissoudre toute la queue sans détruire la larme. Mais lorsque l'acide touche l'origine du col, c'est-à-dire le point de divergence de la poire, l'équilibre est toujours rompu;

la larme se sépare alors en un grand nombre de fragments et dans la plupart des cas sans produire d'explosion.

» Réciproquement, on peut plonger la larme dans l'acide par la partie renflée en maiutenant en dehors du liquide l'origine du col et la queue tout entière. Dans ce cas la dissolution de la larme s'opère complétement sans rupture, et la queue reste intacte. Si, pour des larmes différentes, on arrête l'expérience à différentes périodes de la dissolution, on reconnaît que le noyau qui reste adhérent à la queue ne présente plus les propriétés de la larme primitive ; il ne se brise plus comme elle lorsqu'on vient à rompre la queue, ce qui montre bien que la masse intérieure du verre n'intervient pas dans le phénomèue.

» Ces deux expériences prouvent d'abord que la stabilité de la larme est liée à l'existence de l'origine du col de la larme, puisque, toutes les fois qu'il est préservé, la désagrégation de la larme u'a pas lieu.

» Or on sait que le verre trempé reste plus dilaté que s'il avait été lentement refroidi ; les couches extérieures de la larme, plus fortement trempées, sont plus fortement dilatées que les couches intérieures qui ont mis plus de temps à se refroidir. On peut donc considérer la larme comme formée par la superposition de couches de verre inégalement trempées et dilatées, et soudées les unes aux autres. Les couches extérieures, mainteuues par la résistance des couches intérieures, ne penvent céder à la force de ressort qui les sollicite que si, par une cause quelconque, elles sont rendues toutes à la fois libres de revenir à leur état de dilatatiou normal.

» Il résulte d'ailleurs de la forme de la larme que toutes ces couches inégalement tendues viennent se réunir à l'origine du col de la larme, de sorte qu'en détruisant ce col ce point de résistance commun disparaît ; et ces couches, dont les actions de ressort s'ajoutent, se déplacent suivant les mêmes directions et produisent la désagrégation du système.

» Si cette supposition est exacte, il en résulterait qu'on peut faire éclater une larme en la coupaut par le gros bout, de manière à rendre libres à l'une de leurs extrémités les couches de verre inégalement trempées. C'est, en effet, ce qui a lieu lorsqu'on use au tour le gros bout de la larme, ou lorsqu'on cherche à le scier ; l'explosion se produit toujours lorsqu'ou a attaqué un peu plus de la moitié de l'épaisseur de la larme.

» Une autre conséquence de cette hypothèse, c'est que le déplacement des molécules de verre doit avoir lieu dans un sens différent suivant la manière dont a lieu la rupture de la larme. Ce déplacement doit être plus grand pour les couches extérieures que pour les couches intérieures, qui sont moins dilatées, et il est presque nul pour les parties centrales qui ne

sont pas trempées, ou qui ne le sont que fort peu. Par conséquent, en considérant les molécules de verre qui se trouvent sur une section plane et transversale dans la larme, les molécules excentriques appartenant à des couches plus dilatées seront plus déplacées que celles situées plus près du centre, qui le seront de moins en moins en s'éloignant de la surface, de sorte qu'après la rupture cette section plane aura l'apparence d'une surface conique, formée de petites aiguilles de verre provenant du retrait qui a lieu dans toutes les directions ; et le sens des sommets de ces espèces de cônes indiquera le sens dans lequel aura eu lieu le déplacement des molécules de verre.

» Si la larme est brisée par la queue, le retrait aura lieu vers le gros bout et tous les sommets des cônes seront dirigés vers la queue. Si l'explosion a lieu en sciant la larme par le gros bout, les sommets des cônes seront dirigés vers le gros bout.

» C'est, en effet, ce qui arrive et ce que j'ai pu vérifier en opérant de la manière suivante : j'encastre des larmes bataviques dans du plâtre, en recouvrant seulement un peu plus de la moitié de leur épaisseur. Je laisse dépasser la queue, que je plonge dans l'acide fluorhydrique. Au moment où le col est attaqué, la larme se désagrége avec ou sans explosion, et les fragments constituent, par leur groupement, une série d'assemblages coniques, emboîtés les uns dans les autres et ayant leurs sommets tournés du côté de la queue. En sciant la larme par le gros bout, les sommets sont dirigés en sens inverse ; et si la larme est sciée par le milieu, on observe les deux dispositions inverses de chaque côté du trait de scie. En opérant au moment où le plâtre est frais, on peut en détacher facilement les fragments de larme et constater tous les résultats que je viens d'énoncer.

» Ces faits démontrent bien que, dans la larme, le verre ne se trouve pas dans un état particulier, autre que celui qui provient de la dilatation inégale résultant de la différence de trempe.

» Des phénomènes analogues à ceux que présentent les larmes bataviques sont offerts par les grosses baguettes de verre qui se trempent naturellement en se refroidissant à l'air au moment de leur fabrication. En chauffant par une de leurs extrémités ces baguettes, qui présentent toujours une certaine courbure, il arrive quelquefois qu'elles se brisent dans toute leur longueur, en présentant la cassure conique en aiguilles. Je dois un bel échantillon de ce genre à l'obligeance de M. Friedel. Les tubes que l'on obtient en laissant couler dans l'eau des fils de verre plus ou moins épais possèdent aussi à un haut degré les propriétés explosives des larmes bataviques. Ils s'obtiennent presque toujours sous la forme de tire-bouchons,

à cause de la dilatation extrême des couches supérieures, et il suffit quelquefois de plonger leur extrémité dans l'acide fluorhydrique, pour que l'explosion ait lieu instantanément, avec les mêmes caractères dans la cassure. Enfin les masses de verre qui restent aux extrémités des cannes au moyen desquelles on étire les tubes ont la forme de grosses larmes bataviques, d'un poids considérable. Lorsqu'on les détache de la canne, elles sont dans le cas d'une larme dont le gros bout aurait été scié; pendant leur refroidissement à l'air, elles se brisent en projetant leurs éclats avec violence, et leur cassure est identique à celle des petites larmes brisées par le gros bout. Un fragment d'une de ces grosses larmes, que j'avais rapporté de l'usine de MM. Appert, à la Villette, m'a offert un phénomène intéressant En le pressant légèrement entre les doigts, il se produisit un dégagement de chaleur notable; la température s'éleva à 40 degrés environ. Ce fait confirme les résultats obtenus par M. Dufour, sur la chaleur dégagée pendant l'explosion des larmes bataviques.

» L'existence de couches inégalement trempées dans l'épaisseur du verre permet d'expliquer la fragilité du verre trempé. On peut supposer en effet, à cause de la mauvaise conductibilité du verre pour la chaleur, qu'une couche très-mince à la surface du verre se trouve, par une cause quelconque, assez trempée pour être dans un état de dilatation très-différent de celui des couches inférieures. Le moindre ébranlement ou le plus léger changement de température produira sa rupture, et par suite une fissure qui se propagera dans la masse du verre; c'est exactement ce qui a lieu lorsqu'une tressaillure se manifeste sur une poterie dont la glaçure a été mal composée. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les propriétés toxiques des sels de calcium;* par MM. Rabuteau et L. Ducoudray.

(Commissaires : MM. Cloquet, Cl. Bernard, Bouilland.)

« L'un de nous a posé, en 1867, cette loi, que *les métaux sont d'autant plus toxiques que leur poids atomique est plus élevé, ou que leur chaleur spécifique est plus faible* (1). Par exemple, si l'on considère des métaux comparables, tels que le cadmium et le zinc, on trouve que le cadmium (poids atomique 112, chaleur spécifique 0,05669) est beaucoup plus actif que le zinc (poids atomique 65,02 et chaleur spécifique 0,09515). De même le baryum (poids

(1) Rabuteau, *Étude expérimentale sur les effets physiologiques des fluorures et des composés métalliques en général.*

atomique 137) est beaucoup plus toxique que le strontium (poids atomique 87,5), et celui-ci que le calcium (poids atomique 40). Cette règle a été vérifiée pour divers groupes de métalloïdes. Ainsi les acides tellurhydrique et sélénhydrique, les tellurites et sélénites sont extrêmement toxiques, beaucoup plus que l'acide sulfhydrique et les sulfites, qui ne sont guère dangereux ; enfin l'oxygène, qui appartient au groupe du soufre, du sélénium et du tellure d'après la classification de M. Dumas, n'est toxique, d'après des recherches récentes de M. P. Bert, que lorsque les animaux sont soumis à ce gaz comprimé, de sorte que leur sang en contienne environ le double de la quantité qu'il renferme à l'état normal. De même le bore est plus actif que le silicium.

» Le calcium ayant un poids atomique égal à 40, et le poids atomique du potassium étant 39, les combinaisons solubles de calcium devaient agir à peu près avec la même intensité que celles du potassium, si la loi était exacte. Les expériences suivantes prouvent qu'il en est réellement ainsi.

» 1° Nous avons injecté, en une demi-minute, dans une veine d'une patte postérieure chez un chien de taille ordinaire, 50 centigrammes de chlorure de calcium fondu et dissous ensuite dans 40 grammes d'eau distillée. Nous n'avons constaté qu'un léger ralentissement et une légère faiblesse des battements cardiaques, pendant quelques minutes, et la santé de l'animal a continué d'être parfaite. Nous ajouterons cependant qu'aussitôt après l'injection les battements cardiaques étaient un peu plus rapides, ce qui sera expliqué plus loin, mais qu'ils étaient affaiblis.

» 2° 1 gramme de chlorure de calcium, dissous dans 40 grammes d'eau, a été injecté de la même manière chez un autre chien. Les effets signalés précédemment ont été plus marqués ; de plus, l'animal a éprouvé quelques vomissements ; puis il a repris rapidement ses allures habituelles.

» 3° 1gr,50 du même sel, injectés lentement, en une minute, chez un troisième chien, ont produit des effets plus marqués encore. Le ralentissement du cœur a été considérable ; il y a eu même un état syncopal. L'animal a éprouvé des vomissements plus abondants et un commencement de diarrhée. Sa marche était chancelante et comme hyéuoïde.

» 4° 1gr,50 de chlorure de calcium sont injectés comme précédemment, mais rapidement, en dix secondes environ, chez un quatrième chien de taille ordinaire. Aussitôt après l'opération, l'animal pousse des cris ; son cœur s'arrête. Il exécute néanmoins, pendant environ une minute, cinq ou six inspirations profondes. Quand elles ne se reproduisent plus, on l'ouvre et l'on trouve le cœur complétement au repos, dans la diastole ; les auri-

cules seules se contractent encore. Le cœur gauche contient un sang tout à fait rutilant; le cœur droit un sang peut-être un peu moins noir que d'ordinaire. Ce liquide est partout fluide; il se coagule bien néanmoins au bout de quelques minutes. Les globules demeurent plus longtemps intacts que d'ordinaire : on savait déjà que le chlorure de calcium, de même que le chlorure de sodium et certains sels de sodium, de magnésium et de potassium, possèdent la propriété de retarder l'altération des globules rouges.

» 5° Enfin 3 grammes du même sel ont produit une mort foudroyante. Les mouvements respiratoires se sont arrêtés de même après ceux du cœur, mais plus rapidement que dans l'expérience précédente.

» Si l'on opère avec le chlorure de potassium, on observe presque identiquement les mêmes effets, lorsqu'on injecte des quantités de ce sel contenant des poids de potassium égaux aux poids de calcium contenus dans le chlorure de ce métal. Ainsi 1 gramme de chlorure de potassium injecté rapidement dans les veines, chez un chien, dans 4 grammes d'eau, tue cet animal en arrêtant le cœur. Or, la formule du chlorure de potassium étant KCl et celle du chlorure de calcium $CaCl^2$, on trouve que 1 gramme de chlorure de potassium contient autant de métal que $1^{gr},476$ de chlorure de calcium contient de calcium. Ces deux métaux présentent donc à peu près la même activité lorsqu'ils sont injectés dans le sang en quantités à peu près égales.

» La mort est produite, dans les deux cas, par arrêt du cœur. Ce résultat tient à ce que les sels de calcium, de même que les sels de potassium et de tous les métaux employés à doses suffisantes, excepté ceux de sodium et de lithium, sont des poisons musculaires. Quand on trempe des muscles dans des solutions de chlorure de potassium ou de calcium, de carbonate de potasse, etc., d'après les recherches de l'un de nous, ces muscles cessent de se contracter sous l'influence des irritants quelconques, tandis que d'autres muscles placés dans les mêmes conditions, mais trempés dans l'eau pure, se contractent encore pendant un certain temps lorsqu'on les prend chez un animal qui vient d'éprouver une mort rapide. Nous ajouterons qu'aussitôt après leur contact avec le chlorure de calcium les muscles se contractent d'abord vivement, puisqu'ils deviennent complétement inertes. Ce fait nous explique l'accélération primitive des battements cardiaques, observée dans nos premières expériences.

» Nos recherches ont été faites dans le laboratoire de M. Robin, à l'École pratique de la Faculté de Médecine. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches expérimentales sur les modifications de la composition immédiate des os* (2e Note); par M. F. **Papillon.**

(Commissaires : MM. Cloquet, Cl. Bernard, Wurtz.)

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie plusieurs faits nouveaux, du même ordre que ceux que je lui ai communiqués, il y a quelques années (1), touchant les substitutions de principes immédiats opérées dans la trame du tissu osseux, et, à un point de vue plus général, touchant les variations que peuvent éprouver les facteurs physiologiques, considérés comme les termes d'une équation déterminée. J'y ajoute quelques remarques concernant un rapport digne d'intérêt, que j'ai aperçu, entre les proportions des principes qui peuvent être ainsi introduits dans l'organisation et le poids des atomes contenus dans ces principes.

» *Expérience* I. — Le 6 septembre 1869, un pigeon, enfermé dans une cage, est soumis au régime exclusif du blé roulé dans une pâte fine de phosphate et carbonate de magnésie mélangés, et de l'eau distillée, additionnée des sels de l'eau ordinaire, moins ceux de chaux.

» L'animal s'accommode parfaitement de cette alimentation et ne paraît pas souffrir beaucoup de l'atmosphère du laboratoire malsain dans lequel il est installé (2). Le 4 avril 1870, il est sacrifié par strangulation, cuit et désossé. Les os, soumis à l'analyse, donnent, pour 100 parties de cendres, les résultats suivants :

Chaux..........................	51,76
Magnésie..........................	1,81

» *Expérience* II. — Le samedi 21 mai 1870, une grosse poule blanche reçoit à couver une douzaine d'œufs. Le vendredi 10 juin suivant, l'incubation est terminée. Quelques œufs ne s'ouvrent pas; quelques petits meurent en naissant; finalement il n'y a que six poulets. Je tue l'un d'eux et je mets immédiatement les autres au régime suivant : riz cuit dans l'eau distillée additionnée de phosphate et de carbonate de magnésie; eau distillée additionnée du plus grand nombre des sels de l'eau ordinaire, moins ceux de chaux.

» La santé des poussins est bonne. Cependant ils se développent lente-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXI, 16 août 1870. Voir aussi *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, dirigé par M. Ch. Robin.

(2) Le laboratoire de M. Robin, où j'ai commencé ces études.

ment. Cela tient à ce qu'ils ne sont pas dans les mêmes conditions que dans une basse-cour. J'ai été obligé de les installer dans un endroit obscur et mal aéré, faisant partie de mon logement.

» Le 28 juin, le riz est remplacé par du blé que je fais cuire avec les sels indiqués plus haut.

» Les cinq poulets meurent ou sont sacrifiés successivement aux époques suivantes : 4 juillet (1), 12 juillet (2), 15 juillet (III et IV), 25 juillet (3). Sitôt morts, ils sont cuits, et les os, nettoyés avec soin, sont recueillis. J'ai eu le regret d'égarer depuis les os des poulets III et IV. Ceux des poulets 1, 2 et 3 ont été analysés et ont fourni, pour 100 parties de cendres, les résultats suivants (1) :

	Poulet n° 1, ayant vécu 24 jours.	Poulet n° 2, ayant vécu 31 jours.	Poulet n° 3, ayant vécu 41 jours.
Chaux	53,45	51,59	50,51
Magnésie	0,83	0,90	2,01

(Il n'y avait que des traces inappréciables de magnésie dans les os du poulet tué à l'instant de sa naissance.)

» Il eût été intéressant de prolonger davantage ces expériences; mais, comme les dates le font voir, elles ont été interrompues par les néfastes événements de 1870. Toutefois j'ai fait depuis lors, dans le même sens, un autre essai dont voici le résultat.

» *Expérience* III. — Au milieu de l'hiver de 1871, trois écrevisses, âgées de trois ans, sont placées, au laboratoire de M. Coste, dans un bassin dont l'eau, incessamment renouvelée, passe sur un lit de phosphate et carbonate de magnésie mélangés. En août et septembre 1872, deux de ces écrevisses, au moment même où elles viennent de muer, sont sacrifiées. On retire du corps de l'animal les hémisphères pierreuses logées aux environs de l'estomac, et connues vulgairement sous le nom d'*yeux d'écrevisses*. Ces pierres, qui se forment quelques semaines avant la mue, constituent la réserve de calcaire affectée à la confection de la nouvelle carapace (2). En effet, sitôt que la mue a eu lieu, elles entrent en dissolution, par un mécanisme encore inconnu, la carapace se forme, et, au bout de quarante à soixante heures, elles ont totalement disparu.

(1) Plusieurs de ces analyses ont été faites dans le laboratoire de M. Schützenberger, par M. Davignon, à qui j'adresse tous mes remercîments.

(2) Ces faits ont été découverts par M. Chantran, qui ne les a pas encore publiés. Je saisis cette occasion de remercier cet excellent observateur de l'obligeance avec laquelle il s'est mis à ma disposition.

» Trois des quatre pierres ainsi obtenues ont donné à l'analyse, pour 100 de cendres :

Chaux	55,37
Magnésie	0,35

Dans l'état normal, la pierre ne renferme pas de quantité appréciable de magnésie.

» J'avouerai franchement que, tout d'abord, je m'attendais, dans ces expériences, à une fixation plus considérable de magnésie; je recherche en ce moment les raisons de la faible proportion de cette base dans la pierre d'écrevisse. Pour ce qui regarde les os, on s'en rend compte par d'autres considérations.

» Si, en effet, on compare maintenant les résultats que je publie dans la présente Note, non-seulement entre eux, mais aussi avec ceux que j'ai rapportés, il y a trois ans; si l'on confronte ces documents analytiques, émanés de divers chimistes et à des époques diverses, on sera frappé de voir à quel point ils concourent spontanément à la démonstration d'un rapport remarquable, digne peut-être de l'attention de l'Académie. Assurément les faits ne sont pas encore assez nombreux pour permettre d'élever ce rapport à la hauteur d'une loi; mais ils sont assez nets pour permettre de le marquer sans hésitation.

» Je donne aujourd'hui, pour la composition minérale des os d'un pigeon soumis au régime de la magnésie, du 6 septembre 1869 au 4 avril 1870, les chiffres suivants :

Chaux	51,76
Magnésie	1,81

» Si l'on se reporte à ma Note du 16 août 1870, on verra que les os d'un pigeon soumis, dans des conditions analogues et dans des limites de temps identiques, au régime de la strontiane, ont fourni, à l'analyse, la proportion suivante de chaux et de strontiane :

Chaux	46,75
Strontiane	8,45

» Or les chiffres 1,81 et 8,45 sont à peu près dans le même rapport que les chiffres 24 et 87,5, qui expriment les poids atomiques respectifs du magnésium et du strontium.

» Voici un second exemple. Dans la même Note du 16 août 1870, j'ai publié deux expériences, faites l'une et l'autre sur des rats, et dans des limites identiques (16 septembre au 27 novembre 1869). Elles ont trait à la

fixation de l'alumine et de la magnésie. On y voit que les os ont fourni, pour l'animal soumis à l'alumine, 6,95 de cette terre, et pour l'animal soumis à la magnésie, 3,56 de cette base. Or ces chiffres sont entre eux comme les nombres 45 et 24, qui représentent le poids atomique (multiplié par 2) de l'aluminium et celui du magnésium (1).

» Il est donc permis de remarquer provisoirement que la quantité des métaux capables d'entrer, par fixation ou substitution, dans les trames organiques, semble être proportionnelle aux poids atomiques de ces métaux. Il paraît y avoir une connexion entre la vitesse des mouvements trophiques et le poids des atomes contenus dans les ingrédients nutritifs.

» Je n'ose vraiment pas insister sur une question qui semblera bien conjecturale encore aux esprits sévèrement fidèles à la méthode expérimentale; mais, puisque j'ai parlé de la vitesse des mouvements trophiques, je demande la permission de dire, en terminant, également à titre de provision, l'utilité que peuvent avoir, à ce point de vue, les expériences du genre de celle dont il s'agit ici. Elles fournissent, en effet, le moyen direct de mesurer cette vitesse. En introduisant, à un moment donné, un principe immédiat extraordinaire dans l'économie, et en marquant le temps qui s'écoule depuis l'instant où ce principe est assimilé par un tissu jusqu'à celui où il est éliminé, on a tous les éléments nécessaires pour déterminer la durée de l'évolution d'un tel principe dans l'économie. S'il est vrai, comme le pense M. Claude Bernard, que le plus grand *desideratum* de la Physiologie soit, à l'heure qu'il est, la connaissance du mécanisme des opérations nutritives, il est manifeste qu'un des facteurs importants de ce mécanisme est la durée même du passage d'une molécule déterminée dans les trames de l'organisation. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouvelles expériences sur les propriétés thérapeutiques et antiputrides du silicate de soude;* par M. Champouillon. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Andral, Nélaton, Bouillaud.)

« ... Du pus fétide, provenant d'un phlegmon de la cuisse et traité par le silicate, se coagule et perd en grande partie son odeur.

» Une solution concentrée de silicate tue les microphytes et les microzoaires qui semblent constituer l'essence et le mode de propagation des

(1) Les chimistes considèrent en effet que le poids atomique de l'aluminium doit être doublé pour correspondre à celui du magnésium.

maladies dites infectieuses. La même solution saisit et concrète le mucilage, la gomme, le mucus et l'albumine contenus dans les liquides organiques.

» En appliquant à la Thérapeutique les propriétés du silicate de soude, j'ai eu l'occasion de constater les résultats suivants.

» Comme topique, la solution de ce sel protége la surface des plaies contre l'absorption des agents méphitiques ambiants : elle assainit les suppurations de mauvais caractère; elle neutralise l'élément infectieux de la diphthérite cutanée, consécutive à l'application des vésicatoires, dans les hôpitaux encombrés.

» En injection, dans les cas d'*ozène* ou *punaisie*, la solution de silicate de soude désinfecte les matières fournies par la pituitaire et en diminue l'abondance ; mais, sous ce rapport, son efficacité reste inférieure à celle de la solution de permanganate de potasse.

» L'injection de silicate de soude amoindrit sensiblement le flux blennorrhagique chronique et indolent ; elle agit de même contre la diarrhée chronique ulcéreuse et contre la leucorrhée vaginale. L'inhalation de cette solution poudroyée tarit plus ou moins complétement le flux muqueux propre aux affections catarrhales des bronches, même dans les cas de catarrhe sénile.

» Aucune médication, je l'affirme, ne réussit aussi bien que les injections de silicate de soude contre la cystite chronique, catarrhale, purulente ou hémorrhagique. Dans les cas de ce genre, le silicate s'oppose à la décomposition de l'urine dans la vessie ; en coagulant le pus, il empêche sa résorption, par la consistance qu'il lui donne; en déplissant la poche vésicale, l'injection de silicate tapisse ses moindres anfractuosités et protége sa surface contre le contact si douloureux du pus provenant d'une pyélite. Il n'y a pas de catarrhe récent de la vessie qui résiste à l'action styptique du silicate, lequel agit, en quelque sorte, à la manière d'un mastic s'opposant au suintement de la muqueuse.

» La faculté que possède le silicate de soude de concréter le mucus, le muco-pus et le pus, n'offre aucun inconvénient pour ce qui est de l'ozène, de la bronchite catarrhale et de la diarrhée, car dans tous ces cas l'expulsion des caillots reste facile, mais leur émission peut devenir très-pénible quand ils se forment dans la vessie. De là la nécessité de titrer avec prudence la solution destinée aux injections vésicales. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches chimiques sur une production stalagmitique de la solfatare de Pouzzoles*; par M. S. DE LUCA.

« Sur le sol horizontal de l'ouverture (*bouche*) de la grande fumerolle de la solfatare et vers la partie extérieure où l'air arrive et se mêle aux gaz et aux vapeurs qui s'y dégagent, j'ai trouvé, le 19 septembre 1871, des productions fungiformes, dont la plus grande, ayant une hauteur de 46 millimètres et un diamètre de 19, avait une forme presque cylindrique, avec quelques saillies; elle se terminait par une surface convexe, formant à peu près une demi-sphère, légèrement déprimée. Les autres productions avaient une forme semblable; toutes présentaient une couleur blanche, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur.

» Ces productions semblaient, au premier abord, émanées du sol poreux, sous l'influence de la pression que les émanations gazeuses auraient exercée sur les matières solubles, entraînées par une pluie de la veille et concentrées par la chaleur du sol lui-même. Mais la partie supérieure de la fumerolle présentant des stalactites blanches et de très-petites dimensions, je dus admettre que les productions précédentes étaient dues à la chute progressive, goutte à goutte, de matières venant de la partie supérieure de la fumerolle; d'ailleurs, la température de la bouche en question est bien inférieure à celle de la partie supérieure de la fumerolle, de celle qui donne passage aux gaz qui s'échappent dans l'atmosphère.

» Il n'est pas inutile de rappeler ici que les vapeurs surchauffées qui s'échappent avec bruit de la bouche de la grande fumerolle possèdent encore, à leur sortie, une température capable de fondre facilement le soufre, et supérieure par conséquent à 112 degrés, tandis que, à 30 centimètres du sol, le thermomètre n'indique qu'une température de 35 degrés environ. Il suit de là que les matières qui ne pouvaient rester à l'état solide dans la partie supérieure de la fumerolle s'y rassemblaient à l'état de fusion, et tombaient ensuite sur le sol, où la basse température permettait leur solidification immédiate, en forme de stalagmites.

» Ces stalagmites n'ont aucune odeur; elles possèdent une saveur styptique, astringente, qui rappelle celle des composés de fer et d'alumine; elles se dissolvent complétement dans l'eau à la température ordinaire. On constate facilement, dans la solution, la présence du chlore et des acides sulfurique, sulfureux et arsénieux, ainsi que celle de la silice, de l'ammoniaque, de la potasse, de la chaux, de l'alumine, de la magnésie et de

l'oxyde ferreux. Les réactions des sels ferriques se manifestent seulement en examinant les couches extérieures des stalagmites.

» La présence de l'acide sulfureux, c'est-à-dire des sulfites, a été constatée en introduisant dans un tube de verre, de petit diamètre et fermé par un bout, environ 1 gramme de la partie centrale de la matière, à laquelle on a ajouté quelques gouttes d'acide sulfurique; on a effilé l'autre extrémité du tube, et soumis à une légère chaleur la partie qui contenait la matière additionnée d'acide. Le gaz qui s'est dégagé ne noircissait pas les cristaux de sulfate de cuivre, tandis qu'il décolorait non-seulement une solution faible d'iodure d'amidon, mais aussi de l'eau colorée par du permanganate de potasse.

» La solution aqueuse de la matière primitive, acidulée avec de l'acide chlorhydrique, donne un précipité jaune par l'hydrogène sulfuré. Ce précipité se dissout facilement dans l'ammoniaque et produit une solution incolore; mais, en saturant l'ammoniaque par un excès d'acide chlorhydrique, le précipité se reproduit, et peut de nouveau être dissous par les sulfures alcalins. Ce précipité lavé et desséché se volatilise facilement et complétement, lorsqu'on le soumet à l'action de la chaleur.

» La solution aqueuse de la matière a été réduite au dixième du volume primitif, et introduit dans l'appareil de Marsh; elle a donné les réactions de l'arsenic. Une autre partie de la solution a été évaporée à sec; le résidu, repris par l'acide nitrique concentré et chaud, n'a dégagé que peu de vapeurs nitreuses; en évaporant de nouveau le mélange à sec et en reprenant ce résidu par l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, on a obtenu une solution qui ne donnait ni précipité, ni coloration par l'hydrogène sulfuré. Un commencement de coloration s'observait dans la liqueur après un repos de plusieurs heures et en présence d'un excès d'hydrogène sulfuré à l'état gazeux. Cette expérience montre que l'arsenic existe dans la matière examinée à l'état d'acide arsénieux et non d'acide arsénique.

» Si l'on abandonne la matière pendant plusieurs jours en présence de la chaux vive, elle perd environ 8 pour 100 de son poids, par l'élimination de l'eau que la chaux fixe en se dilatant; par une exposition à la température de 100 degrés, la perte de poids s'élève à environ 28 pour 100; à une température supérieure, elle dégage des vapeurs acides. Chauffée enfin avec de la potasse caustique, elle dégage une grande quantité d'ammoniaque, reconnaissable à tous ces caractères.

» L'acide sulfurique a été dosé sous forme de sulfate de baryte en précipitant, au moyen du chlorure de baryum, un volume connu de la solu-

tion acidulée par l'acide chlorhydrique. Pour doser l'acide sulfureux, on a traité un égal volume de la même solution par l'acide nitrique, et, après avoir chauffé le mélange pour transformer l'acide sulfureux en acide sulfurique, on a précipité l'acide sulfurique total par le nitrate de baryte. La différence entre ce dernier résultat et le précédent fournit les éléments pour calculer la quantité d'acide sulfureux.

» Voici la détermination quantitative, en centièmes, des substances les plus importantes contenues dans ces stalagmites :

Acide sulfurique (calculé anhydre)	20,7
Acide sulfureux	3,6
Acide arsénieux	1,5
Alumine	7,9
Chaux	6,9
Ammoniaque (AzH^4O)	5,3
Chlore	1,5
Fer à l'état de protoxyde	1,4
Silice	0,8
Eau (dosée à la température de 100 degrés)	27,8
Acide phosphorique, magnésie, potasse, soude, etc.	22,7
	100,0

» J'attache une importance particulière à la présence de l'acide arsénieux, à l'état d'arsénite soluble, dans ces stalagmites; la présence de cet acide, qui n'avait pas encore été signalée, au moins à ma connaissance, indique l'origine des composés arsénicaux dans l'eau thermominérale de la solfatare de Pouzzoles, dont j'ai entretenu l'Académie. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Action de la terre volcanique de la solfatare de Pouzzoles sur les maladies de la vigne;* Note de M. S. DE LUCA.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

« Il y a déjà trois ans qu'on a commencé à employer, aux environs de Naples, la terre de la solfatare de Pouzzoles pour combattre l'ancienne maladie de la vigne, l'oïdium. Elle contient du soufre, sous forme cristalline et en petites agglomérations amorphes, quelques traces de sulfures d'arsenic et des matières volcaniques poreuses, formées pour la plus grande partie de silicates et de trachytes décomposés. La terre de la solfatare, telle que la fournit l'ancien cratère, réduite en poudre fine, produit les meilleurs résultats par le procédé du soufrage. On a constaté en outre, pendant l'année 1872, que la même terre placée autour du cep de la plante, à une faible profondeur, dans la proportion de 200 à 1000 grammes, selon la

grosseur de la tige, rend la végétation plus vigoureuse, tue les insectes qui s'attachent aux racines et aux parties extérieures de la plante, augmente la production des grappes en nombre et en qualité ; les grains de raisin ne tombent plus en pourriture, comme cela arrive lorsque le temps est très-humide et pluvieux. Dans les vignobles où, pendant l'année qui vient de s'écouler, on s'est borné à soufrer les plantes par l'ancienne méthode, le produit en raisin a presque entièrement manqué, et les plantes semblent s'affaiblir dans toute leur partie souterraine.

» On n'a pas encore fait d'expériences pour constater la présence du *Phylloxera* en Italie, mais il est probable que la maladie existe dans certaines contrées, et tout le monde ici s'en préoccupe. Voici quelques expériences qui me paraissent de nature à expliquer l'action bienfaisante de la terre de la solfatare de Pouzzoles. Ce n'est pas la terre par elle-même qui agit, ce sont plutôt les produits qui se forment progressivement avec les matières sulfureuses et arsénicales, et l'oxygène qui se trouve dans l'air et dans l'eau de pluie. En effet, le soufre et le sulfure d'arsenic qui se trouvent dans la terre de la solfatare disparaissent complétement après quelques mois de contact avec le sol arable. L'action de la pluie facilite cette disparition, qui est due à la transformation du soufre en acide sulfureux et acide sulfurique, et de l'arsenic du sulfure en acide arsénieux. La présence de la terre poreuse et volcanique de la solfatare est indispensable pour produire cette transformation d'une manière continue.

» Si l'on fait agir l'eau distillée, pendant plusieurs jours, sur cette terre, et si l'on répète ce traitement plusieurs fois, on arrive à constater dans l'eau qui la traverse, après l'avoir filtrée et concentrée, la présence des sulfites, sulfates et arsénites de chaux, de potasse, de magnésie, de fer, etc., avec quelques proportions de composés ammoniacaux. Or les acides libres, tels que l'acide sulfureux, l'acide sulfurique, l'acide arsénieux, sont en général nuisibles à la végétation ; mais, lorsqu'ils peuvent se produire d'une manière lente et s'engager dans une combinaison soluble dans l'eau, ils favorisent, au contraire, admirablement la végétation.

» Ces faits expliquent la formation des stalagmites, dans la grande fumerolle de la solfatare, dont il est question dans la Note précédente. Ils expliquent aussi la destruction des insectes qui s'attachent aux racines et aux tiges des plantes.

» La nouvelle maladie causée par le *Phylloxera* étant déjà très-répandue en France, et l'Académie s'occupant de trouver les moyens de la combattre, j'ai cru devoir lui signaler l'action exercée par une terre volcanique, sulfureuse et arsénicale. »

M. L. Faucon adresse une nouvelle Note concernant les résultats déjà obtenus par le procédé de submersion des vignes pour combattre le *Phylloxera*.

Après avoir énuméré les preuves déjà fournies par l'expérience, en divers points du midi de la France, l'auteur indique une rectification qu'il conviendrait d'apporter, selon lui, aux calculs effectués par M. *A. Dumont*, dans une Note récente, « sur la possibilité d'appliquer la submersion de la vigne pour détruire le *Phylloxera* dans la vallée du Rhône. »

« Au moyen des 33 mètres cubes par seconde que doit débiter, à l'étiage du Rhône, le canal projeté par M. Dumont, et en donnant à la nappe d'eau répandue sur le vignoble une hauteur de 50 à 60 centimètres, on arriverait à inonder, par jour, environ 500 hectares de vignes.

» Mais, suivant M. Faucon, pour appliquer avec succès le traitement de la submersion, il est seulement essentiel que tout le terrain soit couvert d'une couche d'eau, quelle qu'en soit l'épaisseur, et reste couvert, sans la moindre interruption, pendant une durée de 15 à 20 jours en septembre ou en octobre, lorsque l'insecte est encore dans la période de sa vie active; de 30 à 40 jours dans le mois de novembre, époque à laquelle le *Phylloxera* tombe dans son engourdissement hivernal. Dans les plaines où les différences de niveau sont peu sensibles, quelques centimètres d'eau en hauteur suffisent pour soumettre le sol des vignes à une inondation complète. Dans les situations à pentes plus rapides, la nappe d'eau devra avoir forcément une épaisseur plus grande; mais, au moyen d'endiguements convenablement établis, la hauteur moyenne ne dépassera pas 10 à 12 centimètres. Dans ces conditions, le canal de M. Dumont, même lorsque le Rhône ne lui permettrait de débiter que 33 mètres cubes par seconde, pourrait inonder par jour 2850 hectares de vignes; ou au moins 1500 hectares, en tenant compte des pertes d'eau et de la dépense nécessaire pour alimenter les submersions déjà faites et y maintenir le même niveau.

» Donc, non-seulement le projet de M. Dumont peut sauver plus de vignobles qu'il ne l'indique, mais les travaux d'endiguement deviennent, l'eau de submersion étant ramenée à son épaisseur rationnelle de 10 à 12 centimètres, d'une exécution facile; le prix de revient de ces travaux atteindrait à peine la somme de cent francs par hectare de vignes. »

M. E. Nourrigat adresse une Note relative à la destruction des œufs de *Phylloxera* qui couvrent les racines de la vigne, par leur exposition à l'air.

Il a constaté que le contact de l'air a pour effet de donner aux œufs de *Phylloxera*, en quelques jours, une teinte rose ou brune, et de les faire périr au bout d'un temps très-court : il conseille de déchausser les vignes, et de fumer quinze jours ou un mois après l'opération, ce qui suffit pour tuer la plus grande partie des œufs adhérents aux racines, et, par conséquent, des insectes qui en proviendraient.

Mme Vivien-Jaworsta propose d'employer, pour combattre le *Phylloxera*, la culture dans l'intervalle des vignes et l'enfouissement dans le sol de diverses plantes odoriférantes, au moment où elles sont en pleine végétation. La camomille, la matricaire, l'absinthe, la rhue, le genièvre, le buis sembleraient avoir pour effet à la fois d'éloigner l'insecte par l'odeur que dégagent les feuilles bien développées, et d'apporter au sol un engrais salutaire.

M. Jeanheury propose d'enduire le pied des ceps de vigne d'une substance gluante, qui arrêterait au passage le *Phylloxera*.

(Ces diverses Communications sont renvoyées à la Commission du Phylloxera.)

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce transmet un Mémoire de M. *Jouhaud*, sur un moyen de prévenir l'éclosion de l'alucite du blé, pour conserver les récoltes.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. J. Pagliari adresse une nouvelle Note sur un « procédé de solidification du pétrole, pour servir au chauffage ».

(Commissaires : MM. Morin, Ch. et H. Sainte-Claire Deville.)

M. G. Tissandier adresse une Note relative aux observations météorologiques qu'il désire effectuer dans de prochaines ascensions aérostatiques. Il prie l'Académie de vouloir bien lui venir en aide pour l'achat de quelques-uns des instruments de physique qui lui seraient nécessaires.

Cette demande sera transmise à la Commission administrative.

CORRESPONDANCE.

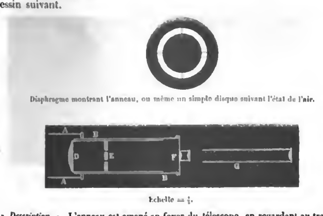
M. E. **Cosson** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à l'une des places d'Académicien libre, actuellement vacantes.

(Renvoi à la future Commission.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Nouvelle méthode pour observer la chromosphère;* par MM. **J.-N. Lockyer** et **G.-M. Seabroke.**

« Les observations faites avec des spectroscopes sans fente, pendant l'éclipse du 4 décembre 1871, amenèrent l'un de nous, au commencement de l'année, à penser que le procédé le plus commode et le plus utile pour l'observation journalière de la chromosphère consisterait à photographier, chaque jour, l'image d'une fente en forme d'anneau qui coïnciderait avec une image de la chromosphère même.

» La même idée s'est présentée depuis à l'autre. L'adaptation de cette méthode au télé-spectroscope se concevra d'un coup d'œil, à l'aide du dessin suivant.



Diaphragme montrant l'anneau, ou même un simple disque suivant l'état de l'air.

Echelle = $\frac{1}{2}$.

» *Description.* — L'anneau est amené au foyer du télescope, en regardant au travers des ouvertures pratiquées sur le côté du tube.

A, tube oculaire glissant du télescope.

B, tube se vissant dans le tube oculaire.

C, tube glissant dans B et portant la lentille D et le diaphragme E.

F, lentilles donnant une image du diaphragme à la place généralement occupée par la fente du spectroscope.

G, collimateur du spectroscope.

» L'image du Soleil est projetée sur un diaphragme ayant en son milieu un disque circulaire, de la même grandeur que l'image du Soleil, de sorte que la lumière du Soleil est interceptée, et que celle de la chromosphère peut passer.

» La chromosphère vient former son image dans la position ordinairement occupée par la fente du spectroscope, et peut être aperçue dans l'oculaire. On se sert de la lentille D pour réduire la grandeur de l'image du Soleil, et lui donner toujours la même grandeur qu'au diaphragme, aux différentes époques de l'année; on emploie les lentilles F pour réduire la grandeur de l'anneau lumineux à peu près à $\frac{1}{10}$ de pouce, de manière que les rayons de lumière de chaque côté de l'anneau ne soient pas trop divergents pour passer au travers des prismes, et afin que l'anneau entier puisse être vu. Il y a des difficultés mécaniques quand il s'agit de produire un anneau parfait, de la grandeur désirée : on emploie $\frac{1}{2}$ pouce, et on peut le réduire exactement à la dimension que l'on désire.

» Les dispositions photographiques sont les suivantes :

6 décembre 1872, à 11h 30m. — 7 décembre 1872, à 11h 30m.

Cercle extérieur à 80" de celui de l'intérieur; chromosphère de hauteur normale, excepté où sont indiquées les proéminences.

» On se sert d'un grand spectroscope de Steinheil, dont la fente ordinaire est remplacée par celle de l'anneau.

» Un faisceau solaire est dirigé dans l'axe du collimateur, par un héliostat, et l'image du Soleil est projetée sur la fente de l'anneau, par un objectif de 3 $\frac{3}{4}$ pouces de diamètre, la grandeur de l'image solaire étant réglée par une lentille convenable. Par cette méthode, l'image de la chromosphère reçue sur la plaque photographique peut être obtenue avec une grandeur com-

mode, parce qu'on peut se servir d'un télescope d'une dimension quelconque pour rassembler en un foyer les rayons parallèles qui passent au travers des prismes.

» La chromosphère a été vue tout entière, par cette méthode, deux fois dans le mois de décembre : le 6 décembre 1872, à $11^h,30$; le 7 décembre 1872, à $11^h,20$.

» Nous avons reconnu récemment que cette méthode a été déjà proposée par MM. Zöllner et Winloch, et que ces astronomes l'ont rejetée. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur de transformation;* Note de M. **J. Moutier**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Un corps peut se présenter à la même température sous deux états différents, que nous nommerons pour abréger M et M'. Pour passer de l'état M à l'état M', un kilogramme du corps absorbe une quantité de chaleur Q, que nous appellerons *chaleur de transformation*. Supposons que le corps puisse se vaporiser sous les deux états M et M', et que les tensions des vapeurs p et p' à la même température soient inégales; proposons-nous de déterminer une relation entre la chaleur de transformation Q et les deux tensions de vapeur p et p'.

» Soient u et u' les volumes spécifiques du corps sous les états M et M', v et v' les volumes spécifiques des vapeurs fournies par M et M', L et L' les chaleurs de vaporisation.

» Imaginons le cycle suivant d'opérations effectuées à une température invariable.

» 1° Le corps passe de l'état M à l'état M' sous une pression constante ϖ; il absorbe la quantité de chaleur Q. La chaleur consommée par le travail externe est $A\varpi(u'-u)$, en appelant A l'équivalent calorifique du travail; la chaleur consommée par le travail interne est $Q - A\varpi(u'-u)$.

» 2° Le corps M' est réduit en vapeur saturée. La chaleur consommée par le travail extérieur est $Ap'(v'-u')$; la chaleur consommée par le travail intérieur est $L' - Ap'(v'-u')$.

» 3° On fait varier le volume de la vapeur formée en maintenant la température constante de manière que la pression devienne égale à p; le travail intérieur consomme une quantité de chaleur q.

» 4° On condense la vapeur sous la pression constante p; le corps revient à l'état initial M. La chaleur dégagée est L; la portion de cette chaleur qui correspond au travail intérieur est $L - Ap(v-u)$.

» Le cycle est fermé, la variation de la chaleur interne est nulle :

$$Q - A\varpi(u' - u) + L' - Ap'(v' - u') + q - [L - Ap(v - u)] = 0,$$

$$(1) \qquad Q = L - L' + A\varpi(u' - u) + Ap'(v' - u') - Ap(v - u) - q.$$

» Si l'on néglige les volumes u et u', si l'on admet que le travail interne soit insensible dans la transformation qu'éprouve la vapeur pendant la seconde opération, et si l'on admet en outre que la vapeur suive la loi de Mariotte

$$(2) \qquad pv = p'v',$$

on a la relation, suffisamment approchée en général,

$$(3) \qquad Q = L - L'.$$

» *La chaleur de transformation est égale à la différence des chaleurs d'évaporation.*

» D'après le théorème de Carnot, en appelant T la température absolue du corps,

$$(4) \qquad L = AT(v - u)\frac{dp}{dT}, \quad L' = AT(v' - u')\frac{dp'}{dT}.$$

» En tenant compte de la relation (2) et en négligeant u et u' devant v et v', on a une autre expression

$$(5) \qquad Q = ATvp\,\frac{d}{dT}\log\left(\frac{p}{p'}\right),$$

où log désigne un logarithme népérien.

» Appliquons les relations précédentes à quelques exemples.

» *Dissolution.* — Considérons un kilogramme d'eau et un poids de sel suffisant pour obtenir une dissolution saturée à la température T. L'eau pure a une tension de vapeur p; la dissolution saturée a une tension de vapeur p'. La quantité de chaleur absorbée par la dissolution du sel dans l'eau est donnée par les relations précédentes. La relation (5) a été indiquée pour la première fois par M. Kirchhoff (*).

» *Fusion.* — On doit à M. Regnault une série de *recherches entreprises afin de décider si l'état solide ou liquide des corps exerce une influence sur la force élastique des vapeurs qu'ils émettent dans le vide à la même température*. La conclusion des expériences de M. Regnault est la suivante : « On est donc

(*) *Journal de Physique théorique et appliquée*, t. I, p. 30.

» conduit à admettre que *les forces moléculaires qui déterminent la solidifica-*
» *tion d'une substance n'exercent pas d'influence sensible sur la tension de sa*
» *vapeur dans le vide*; ou, plus exactement, *si une influence de ce genre existe,*
» *les variations qu'elle produit sont tellement petites qu'elles n'ont pu être con-*
» *statées d'une manière certaine dans mes expériences.* » Il faut ajouter toutefois que l'acide acétique monohydraté fait exception; M. Regnault attribue cette anomalie à l'impureté de l'acide.

» Voyons ce qu'indique la théorie précédente dans ce cas; il s'agit de différences très-petites. Prenons la formule exacte (1). Supposons que les tensions de vapeur soient égales sous les deux états, $p = p'$; alors $v = v'$, $q = 0$, et en tenant compte des équations (4),

$$Q = (u' - u)A\left(T\frac{dp}{dT} + \varpi - p\right).$$

» Prenons comme exemple la fusion de la glace à zéro sous la pression de l'atmosphère. Le corps M représente la glace à zéro, le corps M' l'eau liquide à zéro. La glace en fondant absorbe de la chaleur, Q est positif, $u' - u$ est négatif, la parenthèse est positive; donc l'hypothèse $p = p'$ conduit à une conclusion inadmissible.

» Ainsi à la température zéro *la glace et l'eau liquide ont des tensions de vapeur différentes.* L'écart entre les deux tensions est très-petit; la formule approchée (5) le montre facilement. Le terme $ATpv$ est très-considérable par rapport à Q, de sorte que p et p' diffèrent très-peu; ce résultat est entièrement conforme à la dernière partie de la conclusion de M. Regnault.

» *Allotropie.* — D'après les expériences de MM. Troost et Hautefeuille (*), le phosphore ordinaire à la température de 360 degrés a une tension de vapeur égale à $3^{atm},2$. Cette vapeur, sous l'action prolongée de la chaleur, dépose du phosphore rouge et la transformation s'arrête lorsque la tension de la vapeur prend la valeur minimum $0^{atm},6$, que MM. Troost et Hautefeuille ont appelée *tension de transformation*. Cette tension minimum peut être considérée comme la tension maximum de la vapeur de phosphore rouge à la température de l'expérience. En supposant que le phosphore blanc corresponde au premier état M, le phosphore rouge au second M', on a donc

$$T = 273 + 360, \quad p = 3^{atm},2, \quad p' = 0^{atm},6;$$

d'après MM. Troost et Hautefeuille, à la température de 440 degrés, ou

(*) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 76.

$T = 273 + 440$, $p = 7^{atm},5$, $p' = 1^{atm},75$. Le poids du litre de vapeur de phosphore resté à l'état de vapeur à 360 degrés après deux cent quarante heures de chauffe est $1^{gr},4$; le volume spécifique de la vapeur de phosphore rouge à cette température est donc

$$v' = \frac{1^{lit}}{1,4}.$$

» Si l'on applique ces données d'expérience à la formule (5), en tenant compte de l'équation (2), on trouve pour expression approchée de la chaleur de transformation de phosphore blanc en phosphore rouge

$$Q = -17,5.$$

» Ainsi, comme l'avait annoncé M. Favre peu de temps après la découverte de M. Schroetter, le phosphore blanc dégage de la chaleur en passant à l'état de phosphore rouge. D'après une expérience de M. Hittorf, la transformation du phosphore blanc liquide à 280 degrés détermine une élévation brusque de la température qui passe de 280 à 370 degrés. Si l'on désigne par c la chaleur spécifique du phosphore dont la température s'élève ainsi, on doit avoir $c \times 90 = 17,5$; on tire de là $c = 0,19$, nombre peu différent de la chaleur spécifique trouvée par M. Regnault. »

PHYSIQUE. — *Note sur les conditions de maximum de la résistance des galvanomètres;* par M. Th. du Moncel.

« M. Schwendler et plusieurs autres physiciens avant lui avaient trouvé que, pour qu'un galvanomètre soit dans les meilleures conditions possibles de sensibilité par rapport à un circuit de résistance donnée, il faut que la résistance de son hélice magnétisante soit égale à celle du circuit extérieur, mis en communication avec lui. Plusieurs expériences m'ayant démontré que cette sensibilité augmente avec la longueur du fil de l'hélice, dans des conditions autres que celles qui avaient été ainsi indiquées, j'ai soumis au calcul les effets galvanométriques par rapport à un circuit de résistance donnée, et j'ai reconnu que ces conditions de sensibilité exigent, de la part du multiplicateur, une longueur de fil notablement supérieure à celle qui correspond à la résistance du circuit extérieur.

» Pour démontrer la loi qu'il avait posée, M. Schwendler cherche à calculer le nombre t des tours de spires de l'hélice du multiplicateur, en fonction de l'espace C occupé par le fil de cette hélice, et aussi en fonction de la résistance H de celle-ci. En désignant par s la section de ce fil, le

nombre t des tours de spires devient égal à $\frac{C}{s}$, et la longueur H de l'hélice à $\frac{Ct}{s}$; ce qui suppose *à tort* cette résistance proportionnelle au nombre des tours de spires et en raison inverse de la section du fil.

» D'après ces données, il résulterait de la combinaison des valeurs de t et de H, que t aurait pour expression $\sqrt{H}$, et comme l'intensité du courant a d'ailleurs pour valeur $\frac{E}{R+H}$ (R désignant la résistance du circuit extérieur, E la force électromotrice de la source électrique), le moment magnétique F de l'aiguille serait

$$F = \frac{E\sqrt{H}}{R+H},$$

expression qui est susceptible d'un maximum, pour $R = H$.

» Mais en réalité la valeur de t est loin d'avoir pour expression $\sqrt{H}$, et si nous rétablissons la formule précédente avec les véritables quantités qui doivent y entrer, on arrive à des conditions tout autres.

» En effet, désignons par a l'épaisseur des couches de spires, par b la largeur du cadre galvanométrique, par c le diamètre de la partie circulaire qui le termine de chaque côté, par d la longueur de ce cadre depuis ces deux parties circulaires, enfin par g le diamètre du fil, y compris sa couverture isolante; le nombre des tours t de spires sera exprimé par $\frac{ab}{g^2}$ et la longueur H de l'hélice par

$$H = \frac{ab}{g^2}[(a+c)\pi + 2d];$$

conséquemment, le moment magnétique F de l'aiguille sera

$$F = \frac{\alpha E ab}{g^2 R + ab[(a+c)\pi + 2d]},$$

α désignant la constante de l'instrument. Or les conditions de maximum de cette formule, en prenant pour variable a, qui est la seule quantité proportionnelle à t, conduisent à la relation

$$R = \frac{\pi b a^2}{g^2},$$

qui montre que la résistance du fil du galvanomètre doit être plus grande que celle du circuit extérieur, d'une quantité représentée par

$$\frac{ab}{g^2}(\pi c + 2d).$$

» On peut, du reste, s'assurer facilement de la vérité de cette déduction en supposant le cadre galvanométrique représenté par une simple bobine, comme dans le galvanomètre Thomson, et en prenant les moments magnétiques de l'aiguille avec les deux longueurs du fil de l'hélice correspondant aux deux conditions de maximum données par M. Schwendler et par moi. Pour plus de simplicité dans les calculs, nous représenterons le diamètre c par $2r$. Dans ces conditions, la longueur H de l'hélice, au lieu d'être plus grande que la résistance R d'une quantité représentée par $\frac{ab}{g^2}(\pi c + 2d)$, sera plus grande seulement d'une quantité $\frac{ab}{g^2}\pi c$, ou sera, par rapport à R, comme $a + 2r$ est à a. On aura donc :

» 1° Avec $H = R$,

$$F = \frac{Eab}{2\pi ba(a + 2r)};$$

» 2° Avec $H = R\,\frac{a + 2r}{a}$,

$$F' = \frac{Ea'b}{2\pi ba'(a' + r)},$$

ce qui conduit à

$$\frac{F'}{F} = \frac{a + 2r}{a' + r},$$

et comme alors on a $\frac{\pi ba(a + 2r)}{g^2} = \frac{\pi ba'^2}{g^2}$, on en déduit $a' = \sqrt{a(a + 2r)}$, et, par suite,

$$\frac{F'}{F} = \frac{a + 2r}{\sqrt{a^2 + 2ar} + r}.$$

» Comme $a + 2r$ peut être mis sous la forme $\sqrt{a^2 + 2ar + r^2} + r$, on reconnaît immédiatement que F' est plus grand que F.

» La vérification expérimentale de la déduction exposée précédemment n'étant pas facile à réaliser, en raison de la trop grande sensibilité des galvanomètres à hélices résistantes, et aux variations continuelles de la résistance du circuit extérieur avec des galvanomètres à hélice courte, j'ai fait l'expérience avec des électro-aimants dont la force attractive, en partant des lois de MM. Dub et Jacobi, comporte les mêmes conditions de maximum par rapport à la résistance des hélices magnétisantes, comme je l'ai démontré dans mes recherches sur les meilleures conditions de construction des électro-aimants. Or voici les résultats que j'ai obtenus avec un même électro-aimant, animé par une pile de Daniell de 20 éléments, sur lequel j'adaptais successivement des bobines magnétisantes de deux ré-

sistances différentes ayant, les unes une résistance de 75 kilomètres de fil télégraphique de 4 millimètres de diamètre, les autres une résistance de 200 kilomètres. Afin d'éviter les réactions statiques, les forces attractives étaient mesurées à une distance d'écartement de l'armature de 1 millimètre.

1° *Forces de l'électro-aimant avec les bobines de 75 kilomètres de résistance.*

		Force attractive.
Le circuit extérieur ayant.........	18620^{m} + 0^{m}	80^{gr}
» »	18620 + 100000	15
» »	18620 + 200000	5,5
» »	18620 + 370000	0

2° *Forces de l'électro-aimant avec les bobines de 200 kilomètres de résistance.*

Le circuit extérieur ayant.........	18620^{m} + 0^{m}	58^{gr}
» »	18620 + 100000	25
» »	18620 + 200000	14
» »	18620 + 370000	0

» Le fil de ces circuits était parfaitement isolé, et le temps de fermeture du courant était assez long pour développer l'aimantation maximum.

» Or on voit, par ces chiffres, que c'est quand la résistance des bobines est de beaucoup supérieure à la résistance extérieure que le maximum est atteint, et que, *pour le circuit extérieur de 100 kilomètres, le maximum est obtenu avec les hélices de 200 kilomètres*, c'est-à-dire avec des hélices présentant une résistance *double*. Le calcul conduit à la même déduction, car, dans l'électro-aimant en question, l'épaisseur a de l'hélice était égale au diamètre c de l'électro-aimant, et conséquemment la valeur de H, qui doit être égale à $R\frac{a+c}{a}$ pour satisfaire aux conditions de maximum, se trouvait être égale, dans les conditions de mes expériences, à 2R. »

GÉODÉSIE. — *Sur l'emploi du baromètre anéroïde de poche et d'une nouvelle formule hypsométrique d'une grande simplicité;* Note de MM. **A. Laussedat** et **A. Mangin**, présentée par M. Edm. Becquerel.

» Pendant un voyage que l'un de nous entreprit en juillet 1868, dans le but de poursuivre des études sur les relations signalées par plusieurs éminents observateurs, et notamment par M. E. de Beaumont, entre la constitution géologique et les formes extérieures du terrain, de nombreuses observations hypsométriques furent faites, tout le long de la route, au

moyen d'un baromètre anéroïde de poche à aiguille compensée, construit par M. Richard, à Paris.

» L'itinéraire adopté, Paris, Moulins, Lyon, Bourg, Genève, Berne, Interlaken, Lucerne, le Rigi, Neuchâtel, Besançon, Mulhouse, le col de Bramont, Gérardmer, le col de la Schlucht, Colmar, Strasbourg, Saverne, et retour à Paris par la ligne de l'Est, traversait le bassin de Paris dans deux directions, sud et est, le bord oriental du plateau granitique du centre de la France, deux fois la chaîne du Jura, l'Oberland bernois et trois fois la chaîne des Vosges. Nous n'avons pas l'intention de rendre compte, dans cette Note, du résultat des observations qui se rapportent aux formes des collines ou des sommets de montagnes, aux inclinaisons des couches soulevées et, dans certains cas, ondulées ou même repliées sur elles-mêmes, à la comparaison des pentes dues au soulèvement et des escarpements ou des talus d'éboulements du côté de la fracture, à la largeur et à la profondeur des vallées, etc., selon qu'on se trouvait dans des contrées à terrains de cristallisation ou éruptifs, on bien constitués par des terrains sédimentaires plus ou moins tourmentés depuis leur formation et dont la composition est elle-même très-variée.

» Nous ne voulons signaler en ce moment que les observations hypsométriques, au nombre de plusieurs centaines, notées, chemin faisant, d'après un instrument de très-petit volume, qui donne spontanément, sans aucune préparation, l'élément essentiel du nivellement, la pression atmosphérique.

» Pour nous assurer que le baromètre anéroïde dont nous nous servions n'éprouvait pas d'altérations sensibles pendant le transport et en passant par des altitudes assez considérables, nous avons eu le soin de le comparer fréquemment avec des baromètres à mercure d'observatoires fixes. Ces comparaisons ont été faites à Paris, à Moulins, à Genève, au Rigi, à Olten, à Neuchâtel, à Strasbourg et de nouveau à Paris. Elles nous ont appris que, pour toutes les stations inférieures, l'écart était d'un millimètre au plus; mais, au Rigi, cet écart s'est élevé à 6 millimètres, ce qui donnerait une erreur de 70 mètres sur l'altitude de 1800 mètres, qui est celle du sommet de cette montagne.

» Hâtons-nous de dire qu'après cette ascension le baromètre a repris sa marche régulière dans la basse Suisse, comme nous l'avons constaté à Olten et à Neuchâtel; mais, pendant la descente du Rigi, nous avons reconnu, en nous arrêtant aux mêmes stations que pendant l'ascension, entre 1200 et 1800 mètres d'altitude, qu'il y avait des différences assez grandes dans les

indications de l'instrument. Au-dessous de 1200 mètres, ces indications reprenaient un accord satisfaisant. Nous en avons conclu qu'il ne s'agissait pas simplement d'un défaut de graduation que l'on corrigerait aisément à l'aide d'une table, mais bien d'une limite de l'élasticité des lames métalliques qui constituent l'organe essentiel du baromètre. Nous appelons sur ce point l'attention des constructeurs.

» En restant, dans la suite du voyage, à des altitudes qui n'ont plus dépassé 1200 mètres, nous avons reconnu que l'on pouvait, en général, compter sur nne approximation de 10 à 15 mètres pour l'altitude absolue de chaque station, à la condition toutefois de s'astreindre à prendre la température de l'air.

» Il faut toujours, bien entendu, se procurer plus tard des observations contemporaines faites dans des stations fixes qui ne soient pas trop éloignées et qui appartiennent, autant que possible, à la même région météorologique que les stations de voyage.

» Les stations météorologiques dont nous avons pu nous procurer les observations sont celles de Paris, de Bourges, de Genève, du Rigi, de Neuchâtel et de Bâle.

» Pour calculer les altitudes ou plutôt les différences de niveau entre ces observatoires fixes et les stations de voyage (stations faites à pied, à cheval, en voiture et en chemin de fer), nous avons essayé successivement l'emploi des tables ou des formules hypsométriques qui sont le plus en usage; mais comme ces calculs, tout simples qu'ils soient, prennent assez de temps, quand les observations sont multipliées, nous avons cherché encore à les simplifier. L'idée qui s'est naturellement présentée à nous a été de calculer une table à double entrée, dans laquelle on pût trouver immédiatement, par une simple lecture ou par une interpolation à vue, le résultat cherché.

» Une remarque suggérée par l'examen de cette table nous a conduits à représenter la loi qui existe entre la pression atmosphérique et les hauteurs au-dessus du niveau de la mer, par une parabole du deuxième degré (ce que Biot avait déjà fait pour discuter les observations de Gay-Lussac, de Humboldt et de M. Boussingault). En dirigeant convenablement les calculs pour déterminer les constantes, et pour embrasser une partie suffisante de la hauteur de l'atmosphère, à partir du niveau de la mer, nous sommes arrivés ainsi à exprimer la différence du niveau Z entre les deux stations où l'on a observé, à la même date et à peu près à la même heure,

les pressions H et h par la formule

$$Z = (H - h)[22^m,63 - 0,008(H + h)],$$

H et h étant exprimées en millimètres.

» Cette formule est d'un usage plus commode, et elle est un peu plus exacte que celle indiquée par Babinet : $Z = 16000 \frac{H - h}{H + h}$, laquelle exige une division. Nous nous sommes assurés que jusqu'à l'altitude de 1500 à 1600 mètres, elle donnait des résultats qui ne diffèrent pas de 2 mètres de ceux que fournit la formule de Laplace à nos latitudes et dans les mêmes limites. Le coefficient relatif à la température de l'air reste naturellement le même dans tous les cas, et la formule complète est par conséquent la suivante :

$$Z = (H - h)[22^m,63 - 0,008(H + h)]\left[1 + \frac{2(t + t')}{1000}\right].$$

Il ne faut pas plus d'une minute pour faire le calcul d'une différence de niveau avec cette formule, qu'on peut retenir facilement et qui dispense de l'emploi d'une table. A la vérité, on ne doit pas employer cette formule sans modifications, au delà de l'altitude de 1600 ou de 1700 mètres, mais elle a été préparée surtout dans le but de servir dans les reconnaissances militaires, et les routes parcourues par les armées ne dépassent qu'exceptionnellement de pareilles altitudes.

» Pour des points plus élevés, on pourrait recourir à une formule analogue, en changeant simplement les constantes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome sur l'acide bibromosuccinique, formation d'hydrure d'éthylène tétrabromé;* Note de M. **E. Bourgoin**, présentée par M. Bussy.

« En faisant réagir le brome sur l'acide succinique en présence de l'eau, M. Kekulé a obtenu l'acide bibromosuccinique. Mais jusqu'ici cette réaction a été assez mal définie. Il faut se servir de tubes en verre vert, très-épais et d'une grandeur telle que le mélange suivant occupe tout au plus le tiers de leur volume :

Acide succinique....................	$10^{gr},91$
Brome..........................	10^{cc}
Eau..........................	10^{cc}

» Au lieu de chauffer jusqu'à 180 degrés, il est préférable de maintenir

pendant une heure environ la température entre 165-170 degrés (1). M. Kekulé pense que la réaction s'effectue plus aisément quand on opère avec de l'acide impur. C'est une erreur; il y a avantage, sous tous les rapports, à se servir d'un acide pur et bien cristallisé. Il faut également veiller à la pureté du brome, éviter notamment celui qui renferme de l'iode et des vapeurs nitreuses. L'opération est bien réussie quand l'acide, par refroidissement, cristallise dans les tubes au sein d'une eau-mère sensiblement incolore.

» On réunit les produits de plusieurs tubes, on ajoute de l'eau et l'on porte à l'ébullition de manière à tout dissoudre; du jour au lendemain, on obtient une belle cristallisation d'acide bibromosuccinique parfaitement pur. C'est cet acide qui a servi de point de départ dans les expériences qui vont suivre.

» L'acide bibromosuccinique traité par deux molécules de brome, en vue de préparer l'acide tribromosuccinique, donne lieu à un résultat inattendu; les gaz qui se dégagent à l'ouverture des tubes contiennent non-seulement de l'acide bromhydrique, mais encore de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone, tandis que l'acide qui cristallise dans les tubes est de l'acide bibromosuccinique ne contenant pas d'acide bromé supérieur en quantité notable; quand on dissout cet acide dans l'eau chaude, il abandonne des gouttelettes insolubles dans l'eau, analogues ou identiques à celles qui prennent naissance dans l'expérience suivante.

» Quand on fait réagir sur l'acide bibromosuccinique en présence de l'eau 4 molécules de brome, en vue d'obtenir l'acide tétrabromosuccinique, d'après l'équation suivante :

$$C^8H^4Br^2O^8 + 4Br = 2HBr + C^8H^2Br^4O^8,$$

on n'obtient plus de cristaux, mais bien deux couches liquides; l'une supérieure, aqueuse, très-acide; l'autre inférieure, très-dense, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther, d'une odeur forte et aromatique. A l'ouverture des tubes on obtient surtout de l'acide carbonique.

» Ce dernier liquide, soumis à la distillation, donne d'abord des vapeurs colorées en rouge par du brome; le thermomètre monte rapidement et se fixe vers 206 degrés, température à laquelle la presque totalité du liquide distille.

---

(1) M. Jungfleisch a observé que la réaction a lieu vers 130 degrés quand on opère dans des tubes placés *horizontalement*.

» Ce produit est incolore, possède une saveur sucrée qui se rapproche de celle du chloroforme; abandonné à lui-même à quelques degrés au-dessus de zéro, il donne de beaux cristaux incolores et transparents. Il répond à la formule de l'hydrure d'éthylène tétrabromé

$$C^4H^2Br^4.$$

» Voici le résultat des analyses :

1° 0,909 ont donné : acide carbonique, 0,212; eau, 0,049;
2° 0,659 ont donné : bromure d'argent, 1,435.

		Théorie.
C..................	6,4	6,93
H..................	0,6	0,58
Br..................	92,65	92,49

Ce corps provient sans doute de la décomposition de l'acide tétrabromosuccinique

$$C^8H^2Br^4O^8 = 2C^2O^4 + C^4H^2Br^4.$$

» Deux composés répondent à cette formule : 1° le bromure d'acétylène ($C^4H^2 + Br^4$); 2° le bibromure d'éthylène bibromé $C^4H^2Br^2Br^2$. Ce dernier se rapproche par quelques-uns de ses caractères du corps que j'ai obtenu. Une étude comparative attentive pourra seule décider s'il y a identité ou simplement isomérie.

» Ces recherches ont été faites à l'École de Pharmacie de Paris. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle matière colorante rouge, extraite de l'aniline;* Note de M. F. **Hamel.**

« L'aniline, en présence du chlorure de soufre (à froid) donne naissance à une matière colorante rouge.

» Si, dans un ballon, contenant 25 à 30 grammes d'aniline, on verse quelques gouttes de chlorure de soufre, en ayant soin de remuer constamment, pour éviter la carbonisation de l'aniline, qui se produirait par l'action du chlorure de soufre, on obtient, au bout de 5 à 10 minutes et quelquefois même immédiatement, un produit rouge et solide.

» En traitant ensuite cette matière par l'acide acétique, on obtient, après filtration, une liqueur rouge qui, évaporée, donne un produit noir d'une texture brillante. Ce produit est soluble dans l'acide acétique, l'éther et l'alcool.

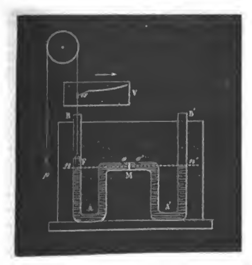
» On ne peut pas ajouter d'eau dans cette matière, lorsqu'elle est en

dissolution dans un des dissolvants ci-dessus énoncés, attendu que l'intervention de ce liquide donne lieu à la précipitation d'une autre matière colorante grise. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur un nouvel osmomètre;* Note de M. **J. Carlet**, présentée par M. Milne-Edwards.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie la disposition d'un appareil que j'appelle l'*osmographe*, et que j'ai imaginé pour l'étude du mécanisme de l'osmose dans les liquides.

» Cet appareil permet d'enregistrer, d'une manière continue, les variations de niveau des colonnes liquides. Il donne la vitesse du courant aux différentes phases de l'échange et fournit, sur les influences exercées par la nature de la membrane ou des liquides, des indications de la plus grande exactitude. Il a pour but aussi de soustraire, autant que possible, les membranes à l'action de la différence de pression sur leurs deux faces, qui provient de la différence de densité des liquides mis en présence.



On peut enfin, avec l'osmographe, étudier d'une manière précise l'influence de la pression sur la rapidité de l'échange osmotique.

» 1° Pour mettre les deux faces de la membrane à la même pression, j'ai em-

ployé deux gros tubes BAM et B'A'M', de même diamètre, de même longueur et recourbés en forme de manomètres. Les extrémités des branches horizontales de ces tubes sont rodées de manière qu'elles puissent s'adapter exactement bout à bout. La membrane en expérience M est liée solidement sur l'un des tubes et ceux-ci sont réunis l'un à l'autre par un fort manchon de caoutchouc, qui dépasse très-peu, par ses bords, deux petits pertuis *o* et *o'*, creusés dans l'épaisseur du verre. Ces trous, situés de chaque côté de la membrane, permettent à l'air de s'échapper lorsqu'on soulève les bords du manchon de caoutchouc et que l'on verse en même temps du liquide dans les branches. On peut ainsi remplir exactement tout l'appareil, en ayant soin de fermer les orifices *o* et *o'*, quand ils ne donnent plus passage qu'au liquide seul. On mène ensuite, au moyen d'un siphon, la surface libre des liquides sur le plan horizontal *nn'*, passant par le centre de la membrane M.

» Tous les points du plan *nn'* supportent la même pression. Par conséquent, au début de l'expérience, c'est-à-dire au moment même de la mise en jeu de la force osmotique, les deux faces de la membrane M se trouvent dans les mêmes conditions de pression et en présence des mêmes volumes de liquide. L'échange osmotique s'accomplit donc en vertu de la seule force dont on cherche à étudier les effets.

» Quand les phénomènes d'osmose auront commencé, l'une des colonnes liquides s'abaissera, tandis que l'autre s'élèvera. Ici s'introduit une cause d'erreur provenant de la dénivellation. J'ai cherché à amoindrir cette cause et à déterminer son influence.

» Deux colonnes liquides étant données, l'une ascendante et l'autre descendante, séparées par une membrane, c'est l'action de la première sur la seconde à travers la membrane que je me suis attaché à diminuer. Il fallait, pour cela, empêcher l'ascension de la colonne, sans entraver l'action de la force osmotique. Pour arriver à ce but, j'ai employé un siphon recourbé en forme de S, dont une branche plonge dans le liquide du tube à colonne ascendante, tandis que l'autre branche est au dehors de ce tube et arrive, par son extrémité, sur la ligne de niveau *nn'*. Si l'on amorce ce siphon avec même solution que celle qui est contenue dans le tube où il plonge, chaque fois que la colonne liquide s'élèvera, le siphon ramènera, par son écoulement, le niveau de cette colonne sur le plan *nn'*. On n'a qu'à enlever ce siphon, si l'on veut étudier l'influence de la charge sur les phénomènes osmotiques.

» 2° Pour enregistrer les variations de niveau des liquides, j'ai construit un flotteur F équilibré par un contre-poids *p* et supporté par un fil inex-

tensible qui passe sur la poulie d'une machine d'Atwood. Ce flotteur est un tube de verre fermé en bas et ouvert en haut, dans lequel on verse un peu de mercure, de manière à tendre suffisamment le fil et à donner au système mobile un poids additionnel aussi faible qu'on le désire.

» Le flotteur F, destiné à suivre les variations de niveau de la colonne descendante, est entouré, à chacune de ses extrémités, par une espèce de collier à pointes. Il importait, en effet, d'empêcher le flotteur de venir s'accoler à la paroi du tube et la longueur des pointes est telle que le flotteur puisse monter et descendre dans le tube sans qu'il y ait un grippement sensible contre le verre.

» Une aiguille de verre *a*, effilée à la lampe, rectiligne, résistante et légère, me sert de pointe écrivante. Elle est fixée, avec de la cire, sur un morceau de tube capillaire dont l'axe est traversé par le fil qui supporte le flotteur. En faisant glisser le tube capillaire le long du fil, on peut, au moyen d'un peu de cire, le fixer à la hauteur que l'on juge convenable. Ce style écrit les indications sur une plaque de verre enfumé qui est entraînée dans le sens de la flèche, par un petit chariot se mouvant sur des rails horizontaux fixés sur une table. Ce petit chariot, qui se meut d'un mouvement très-lent et uniforme, est celui qui a été imaginé par M. Marey, pour ses expériences classiques de myographie.

» Pour appliquer la pointe de l'aiguille contre la plaque de verre, il suffit de tordre légèrement le fil pour qu'il amène, en se détordant, un contact, aussi faible qu'on le désire, de la pointe avec la plaque.

» L'appareil que je viens de décrire fonctionne au Collége de France dans le laboratoire de M. Marey, où se font mes expériences.

» La longueur de ces expériences et l'avantage qu'il y a à en faire un grand nombre me forcent à renvoyer à une Note ultérieure la publication des résultats que j'ai obtenus jusqu'à présent. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la présence d'ossements humains dans les brèches osseuses de la Corse;* Note de M. Locard, présentée par M. Milne Edwards.

« Depuis longtemps déjà plusieurs auteurs ont signalé la présence de brèches osseuses aux environs de la ville de Bastia; Cuvier, dans ses recherches sur les ossements fossiles, donne la description d'un crâne de *Lagomys*, recueilli par Rampasse dans une brèche située au-dessous de la ville. Il y a quelques années, lorsque l'on entreprit la construction du port Saint-Nicolas, on dut ouvrir de nombreuses et vastes carrières pour

en extraire les matériaux nécessaires à l'exécution de ces grands travaux. On mit alors à découvert plusieurs fentes ou crevasses, dont quelques-unes étaient d'une matière bréchiforme riche en ossements et en coquillages terrestres et marins.

» Ces carrières sont ouvertes dans des calcaires gris bleuâtre, veinés de carbonate de chaux, sans fossiles, subordonnés à des schistes talqueux et classés par les savants auteurs de la carte géologique de France comme appartenant à la période crétacée. Lors de l'éruption des serpentines qui affleurent dans tout le cap corse, des fentes et des crevasses se sont produites à la surface du sol; plus tard, elles ont été partiellement remplies par une terre rougeâtre, un peu ferrugineuse, rarement arénacée, empâtant dans sa masse des débris de tous genres entraînés avec elle à la surface du sol.

» C'est dans une de ces brèches étroites, située dans la vallée de Toga, à 80 mètres environ d'altitude, que nous avons rencontré pour la première fois, au printemps de l'année 1871, des ossements humains; ces ossements, ainsi que ceux des autres vertébrés qui les accompagnaient, ont été déterminés par les soins de M. le Dr Louis Lortet, directeur du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon; il a pu y reconnaître : 1° un condyle de maxillaire gauche; 2° un fragment du rocher; 3° un fragment du sphénoïde. Avec ces débris se trouvaient de nombreux ossements de *Lagomys corsicanus;* M. L. Lortet a pu reconstituer un squelette complet de cet intéressant animal.

» A cette liste, nous devons ajouter les animaux suivants, dont on peut retrouver des vestiges dans la plupart des brèches des environs de Bastia : *Myoxus glis* (Schreber), *Mus sylvaticus* (Linné), *Canis vulpes* (Linné), *Ovis musimon* (Linné), *Perdrix*, etc.

» Les coquilles terrestres, que l'on rencontre dans presque toutes ces brèches, sont très-nombreuses; nous avons recueilli dix-neuf espèces appartenant aux genres *Helix*, *Zonites*, *Pupa* et *Clausilia;* les plus abondants sont l'*Helix Broccardiana* (Dutailly) et le *Zonites obscuratus* (Porro).

» Quant aux coquilles marines, sans doute apportées à cette altitude par la main de l'homme pour servir à son alimentation, ce sont toutes des espèces comestibles que l'on pêche journellement sur les côtes. Ce sont : *Monodonta Olivieri* (Payrandeau), *Patella vulgata* (Lamarck), *Patella Bonardi* (Payrandeau), *Venus decussata* (Lamarck), etc. Il est à remarquer que tous ces débris, sauf pourtant ceux du *Lagomys*, appartiennent à des espèces vivant encore de nos jours dans la Corse; le *Lagomys* seul n'existe plus

non-seulement dans cette île, mais encore dans toute l'Europe méridionale et centrale; il se plaît à vivre dans les régions froides de l'Asie et de l'Amérique septentrionale. Or, comme d'après les recherches de M. Pampelly (1), on retrouve dans l'intérieur de l'île des traces de la période glaciaire, on serait en droit de conclure que l'homme, contemporain du *Lagomys*, vivait en Corse précisément à cette époque. La présence de l'homme en Corse remonterait donc à une époque beaucoup plus ancienne qu'on ne l'avait supposé jusqu'à ce jour. »

ANTHROPOLOGIE. — *Sur l'âge des anthropolithes de la Guadeloupe;* Note de M. E.-T. **Hamy**, présentée par M. de Quatrefages.

« Les anthropolithes de la Guadeloupe ont joui d'une certaine célébrité au commencement de ce siècle. Découverts, comme on le sait, en 1805, au port du Moule, dans une sorte de tuf calcaire, par Manuel Cortès y Campomanos, ces prétendus fossiles humains ont été, depuis cette époque, l'objet de nombreux travaux. Le général Ernouf a sommairement exposé les diverses hypothèses qui avaient cours aux Antilles sur leur origine (2). Kœnig, H. Davy, Moreau de Jonnès, Cuvier (3) ont fait, à différents points de vue, l'examen des squelettes et de la roche qui les contient, et déterminé la composition chimique, l'état minéralogique, la nature et l'origine des débris organiques, et par suite le mode de formation de ce *tuf pélagique*, ainsi que l'a nommé Moreau de Jonnès. Mais quelque degré de précision qu'aient atteint les démonstrations que l'on vient de rappeler, quoique, par exemple, l'étude de la gangue des anthropolithes indique qu'ils sont enfouis au sein d'un dépôt qui se continue aujourd'hui, que l'examen des coquilles incluses dans le tuf prouve qu'elles sont d'espèces vivantes sur l'île ou dans la mer voisine, etc., l'*âge* des squelettes humains du port du Moule est demeuré jusqu'à présent indécis.

» Sans doute Cuvier a fait voir clairement, dans son *Discours sur les révolutions du globe*, que ces pseudo-fossiles sont loin d'avoir la très-haute an-

---

(1) *Sur quelques traces de glaciers dans l'île de Corse*, par M. R. Pampelly (*Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XVII, p. 78, pt. I; Paris, 1859).

(2) *Ann. du Mus.*, t. V, p. 404; 1805; in-4°.

(3) Kœnig, *On a fossil human skeleton from Guadaloupe* (*Philosoph. Transact.*, p. 107; 1814; in-4°). — Cuvier, *Disc. sur les Rev. du Globe*, § 32. — Moreau de Jonnès, *Hist. phys. des Antilles françaises*, t. I, p. 546; 1822; in-8°; etc.

tiquité qu'on leur avait assignée et que leur attribuent encore quelques vulgarisateurs ignorants ; mais entre l'explication combattue par le grand naturaliste, qui faisait des roches ossifères du port du Moule les « débris d'un monde disparu », et l'hypothèse qui, les rajeunissant outre mesure, donnait aux squelettes envoyés en Europe par Cochrane et Donzelot une date toute récente, il s'était produit des opinions intermédiaires parmi lesquelles, à défaut de renseignements précis, Cuvier n'a pas cru devoir choisir. C'est l'une de ces dernières, celle d'Ernouf, acceptée par Zimmermann et quelques autres écrivains, que vient appuyer la petite découverte que je mets sous les yeux de l'Académie.

» Le Muséum d'Histoire naturelle de Paris possède deux anthropolithes de la Guadeloupe.

» Le premier seul a été étudié par Cuvier, et la figure et la description qu'il en a données ont été souvent reproduites. Un second bloc envoyé par Donzelot, en tout semblable au précédent, mais dont le squelette est beaucoup plus mal conservé, ne paraissait devoir rien ajouter aux renseignements fournis par son devancier. Il ne fut pas dégrossi, mais, exposé à côté de celui qui renfermait le premier squelette, il servit à montrer aux visiteurs l'état naturel des bancs ossifères dits *Maçonne-Bon-Dieu*. C'est dans ce second bloc, dont une large fente, lentement agrandie, a fini par détacher un assez gros fragment, que j'ai trouvé le *bijou caraïbe* qui accompagne cette Note. La fissure qui dissociait, ainsi que je l'ai dit, le squelette du Port-du-Moule dessinait ses sinuosités au-dessus des fragments osseux qui représentaient le thorax du sujet ; et, lorsque la partie supérieure s'est détachée, elle a montré, dans son épaisseur, la moitié droite d'un maxillaire inférieur, dont la dentition se rapportait à celle d'un enfant de huit ans environ. Cette indication s'accordait avec celles que fournissaient déjà les diaphyses des membres saillantes à la surface de la roche, humérus, fémur, tibia, etc. Sous cette mandibule et un peu au-dessus de débris osseux qu'il était aisé de reconnaître pour quelques bouts de côtes supérieures et la portion moyenne d'un humérus, apparaissaient deux petites taches verdâtres et, au milieu de l'une d'elles, un petit cercle blanc. Je dégageai avec précaution la pierre verte, qui se détachait sur le fond grisâtre de la roche et, après quelques minutes de travail, je pus tirer de la gangue une amulette en jade, de 20 millimètres de longueur sur 17 de largeur et 9 d'épaisseur, reproduisant grossièrement la forme d'un batracien. Le tête et les membres antérieurs sont séparés du reste du corps par une rainure transversale ; chacune des saillies qui représentent les pattes de devant est adroitement percée

de deux trous, l'un sur la face externe, l'autre sur la face inférieure, à l'aide desquels la grenouille de jade était suspendue au cou. Deux petits renflements simulent les yeux de l'animal, deux traits obliques circonscrivent ce qui répond aux membres postérieurs, et une saillie ovale dessine les contours de la région lombaire.

J'ai dit que ce bijou était d'origine caraïbe. Cette appréciation, que suggèrent les comparaisons ethnographiques, trouve sa confirmation dans les textes des vieux auteurs qui ont écrit sur l'Histoire naturelle des Antilles. Rochefort, Du Tertre, etc., parlent, en effet, du goût des habitants primitifs de cet archipel pour certaines pierres vertes et rouges et ce dernier raconte même (1), à propos de ces pierres, qu'il dit venir de la Terre-Ferme, qu'il en a vu de diverses figures et, en particulier, « une qui avait la forme d'une » grenouille ». Entre autres propriétés dont jouissaient ces pierres travaillées « pendues au col », elles devaient empêcher de tomber du haut mal, soulager les femmes « en travail d'enfant », etc., etc.

» La rencontre d'une semblable amulette, taillée suivant la forme spéciale indiquée par le vieil historien des Antilles, et suspendue au cou de l'un des sujets enfouis dans les tufs pélagiques du Port-du-Moule me semble bien prouver, d'une manière irrécusable, que ces squelettes appartiennent à l'*époque caraïbe*, ainsi qu'Ernouf l'avait supposé.

» On peut donc maintenant limiter l'âge des anthropolithes, dont Kœnig, Cuvier, etc., s'étaient occupés, entre la première apparition des Caraïbes à la Guadeloupe et l'époque où Rochefort, du Tertre, etc., décrivaient ces anciens habitants des petites Antilles aujourd'hui presque complètement disparus.

» On remarquera, en terminant, que c'est sous le nom de *Galibis* que nos compatriotes désignaient, en 1805, les squelettes que l'on extrayait du Port-du-Moule. Or les Galibis sont les Caraïbes continentaux et c'est d'eux, suivant la tradition la plus accréditée, que descendent les peuples qui ont, les premiers, habité les petites Antilles (2). »

---

(1) R. P. Du Tertre, *Hist. gén. des Antilles habitées par les Français*, t. II, p. 78; 1667, in-4°.

(2) Rochefort, *Hist. mor. des Îles Antilles de l'Amérique*. Lyon, 1667; in-12, p. 152. — Du Tertre, *op. cit.*, p. 361. — Dauxion-Lavaysse, *Voy. aux Îles de Trinidad, de Tabago, etc.* Paris, 1812; in-8°, p. 287, etc.

PHYSIQUE. — *Sur un projet de paratonnerre à condensateur;* Note de M. **W. de Fonvielle**. (Extrait.)

« Je crois devoir annoncer à l'Académie que je m'occupe de faire construire un modèle de paratonnerre à condensateur.

» J'espère obtenir un instrument qui me permette de mesurer l'action de l'électricité d'influence développée, par l'intermédiaire du paratonnerre, sur les masses conductrices qui entrent dans la construction du condensateur et qui ne sont point en communication avec lui. Je crois possible d'en tirer une mesure indirecte de l'électricité atmosphérique, sans avoir recours à l'expédient qui consiste à interrompre le contact de la tige et du réservoir commun, ainsi qu'on a été obligé de le faire partout, même à l'Observatoire de Greenwich. Agir à distance sur le paratonnerre en bon état est le principe nouveau que je m'occupe en ce moment de réaliser. »

M. B. **Renault** adresse une rectification relative à une Note présentée par lui, sur les propriétés réductrices de l'hydrogène et leur application à la reproduction de dessins (t. LXXIV, p. 984).

» J'ai attribué à l'hydrogène, dit l'auteur, une action réductrice sur les sels oxydés d'argent, qui ne lui appartient pas en propre, mais qui réside dans ses combinaisons avec l'antimoine, l'arsenic, le silicium et le phosphore; de sorte que c'est à un mélange d'hydrogène et de *traces* d'hydrogène arsénié ou silicié que se rapportent les phénomènes de réduction que j'ai obtenus et que j'ai signalés. »

M. **de Saint-Cricq Casaux** adresse une observation relative au fait signalé récemment par M. Boussingault, de la conservation du bouillon de bœuf et de jus de canne à sucre, soumis, pendant quelques heures, à une basse température.

Il fait remarquer que « le fait actuel est, en réalité, très-différent du fait de la conservation des animaux trouvés, après plusieurs siècles, dans les glaces des régions arctiques. Les animaux congelés subitement à l'époque glaciaire sont toujours restés dans cet état, jusqu'au moment où ils sont sortis de leur enveloppe de glace, tandis que, dans l'expérience de M. Boussingault, les liquides, après avoir été soumis *quelques heures seulement* à une température de 20 degrés au-dessous de zéro, sont restés ensuite, dans des flacons bouchés, à une température supérieure à zéro. Ce fait semble bien plus remarquable que l'autre, et l'on pourra sans doute en tirer quelques applications utiles. »

M. Hartsen adresse deux Notes relatives, l'une à des recherches sur l'*Agaricus fasciculatus*, l'autre à la substance colorante des baies rouges.

L'auteur a extrait de l'*Agaricus fasciculatus* une matière soluble dans l'éther et cristallisable en aiguilles par évaporation, à laquelle il donne le nom de *mycoraphine*, et une autre matière, insoluble dans l'éther et dans l'eau, se présentant sous la forme de granules qui ont la structure d'un rognon coupé transversalement, et qu'il nomme *mycostéarine*.

Les baies rouges du *Solanum dulcamara*, celles du *Tamus communis* et celles de l'*Asparagus officinalis* ont fourni une même substance rouge, sous forme de granules, cristallisable en tables. Elle est insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool, dans l'éther et surtout dans la benzine. L'acide sulfurique la colore en bleu-indigo. Elle se fixe facilement sur la soie.

M. Melsens adresse une Note relative à la liquéfaction des gaz. Cette Note sera communiquée à l'Académie dans la prochaine séance.

M. Mellier adresse une Note concernant l'application du cercle répétiteur à la mesure des angles dièdres des cristaux.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Des Cloizeaux.

M. Trémaux adresse une nouvelle Note sur les fermentations.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 3 février 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Animaux fossiles du Mont-Léberon (Vaucluse). Étude sur les vertébrés; par A. Gaudry. *Étude sur les invertébrés; par* P. Fischer *et* R. Tournouer; 1re liv., texte et planches. Paris, F. Savy, 1873; in-4°.

Recherches sur l'électricité; par M. Th. Du Moncel. Caen, A. Hardel, 1861; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Caen.*)

Analyse des gaz du sang. Comparaison des principaux procédés, nouveaux perfectionnements; par MM. ESTOR *et* SAINT-PIERRE. Montpellier, Coulet; Paris, J.-B. Baillière et fils, br. in-8°.

Rapport séculaire sur les travaux de la classe des Sciences. Sciences minérales; par G. DEWALQUE. Bruxelles, sans date, imp. F. Hayez. (Extrait du *Livre commémoratif du centième anniversaire de l'Académie des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.*)

Note sur le frein Stilmant. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait des *Annales des Ponts et Chaussées.*) [Adressé par l'auteur au Concours du prix de Mécanique, 1873.]

Étude sur la mortalité à Paris pendant le siége; par le Dr H. SUEUR. Paris. Sandoz et Fischbacher, 1872; in-8°. (Adressé au Concours du prix de Statistique, 1873.)

Des granules magnétiques qu'on observe dans quelques dépôts du bassin de la Gironde; par M. LINDER. Bordeaux, Coderc et Degréteau, 1872; br. in-8°.

Recherches sur les principes de la Mécanique, sur la constitution moléculaire des corps, et sur une nouvelle théorie des gaz parfaits; par M. J. BOUSSINESQ. Montpellier, typ. Boehm, sans date. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier.*)

Mémoire sur l'existence de la dérivée dans les fonctions continues; par Ph. GILBERT. Bruxelles, F. Hayez, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Puiseux.)

Les Merveilles de l'Industrie; par L. FIGUIER; 1re et 2e séries : *le verre et le cristal.* Paris, Furne, Jouvet et Cie, 1873; grand in-8°.

Travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Gironde pendant l'année 1872; t. XIV. Bordeaux, impr. Ragot, 1873; in-8°.

Services mutuels que se rendent la médecine et les sciences dites accessoires; *par* le Dr L. MICÉ. Bordeaux, imp. Bellier, 1872; br. in-8°.

Proceedings of the royal Society; t. XX, nos 130 à 138; november 1871, june 1872. London, Taylor and Francis, 1871-1872; 9 liv. in-8°.

Correspondence concerning the great Melbourne telescope. In three parts : 1852-1870. London, printed by Taylor and Francis, 1871; in-8°.

The royal Society, 30 th. november 1871. London, Taylor and Francis, 1872; in-4°.

Philosophical transactions of the royal Society of London for the year 1871, vol. 161, part II; vol. 162, part I. London, Taylor and Francis, 1872; 2 vol. in-4°.

Catalogue of scientific papers (1800-1863), *compiled and published by the royal Society of London;* vol. VI. London, G.-E. Eyre and W. Spottiswoode, 1872; in-4°, relié.

On the carpal copulatory spines (or supposed Horn) of the Iguanodon; by prof. OWEN. London, printed for the palæontographical Society, 1872; in-4°, relié.

Astronomical and magnetical and meteorological Observations made at the royal Observatory Greenwich, in the year 1870. London, G.-E. Eyre and W. Spottiswoode, 1872; in-4°.

Results of astronomical Observations made at the royal Observatory cape of Good Hope in the year 1856, *etc.* Cape Town, Saul Salomon, 1871, in-8°, relié.

Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, aus dem Jahre 1871. Berlin, G. Vogt, 1872; in-4°.

Verhandlungen des naturhistorisch-medicinischen Vereins zu Heidelberg; sechster band, 1871, december bis 1872, november. Heidelberg, G. Mohr, 1872; br. in-8°.

Archiv für mikroscopische Anatomie, herausgegeben von M. SCHULTZE, neunter band, zweites heft. Bonn, Cohen et Sohn, 1873; in-8°.

A. WEILENMANN. *Ueber die Wärmevertheilung in der Schweiz.* Zurich, 1872; in-4°.

R. WOLF. *Psychrometer oder Haarhygrometer eine Studie.* Zurich, 1872; in-4°.

Le stelle cadenti del 27 novembre 1872. Nota del P. A. SECCHI. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1873; in-4°. (Estratto dagli *Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei.*)

Intorno ad una lettera del sign. conte L.-F. MENABREA, *appunti di* A. GENOCCHI. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche. (Estratto dal *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

L'Académie a reçu, dans la séance du 10 février 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémoire sur le paraphimosis; par Ch. MAURIAC. Paris, A. Delahaye, 1872; br. in-8°.

Notice sur les titres et travaux scientifiques de M. le Dr E. Cosson; 1873. Paris, imp. Martinet, 1873; in-4°.

Dom F. PLAINE. *L'histoire généalogique de la maison de Rohan; par* dom MORICE. Nantes, imp. Vincent Forest et E. Grimaud, sans date; br. in-8°. (Extrait de la *Revue de Bretagne et de Vendée.*)

Nouveau Traité d'arpentage. Art de trouver la superficie des figures par le moyen de leur rapport équivalent au carré; par M. F. GARGAROS. Toulouse, imp. Douladoure, 1872; in-18.

Sulla grande pioggia di stelle cadenti prodotta dalla cometa periodica di Biela, e osservata la sera del 27 novembre 1872, Notizie communicate da G.-V. SCHIAPARELLI e dal P.-F. DENZA. Milano, 1872, tip. Bernardoni. (Estratto dai *Rendiconti del R. Istituto lombardo.*)

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario; anno XXV, sessione VIa del 26 maggio 1872; anno XXVI, sessione Ia del 15 dicembre 1872. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1872-1873; 2 liv. in-4°.

Piccolo motore a vapore del dott. Sebastiano ZAVAGLIA. In Bologna, N. Zanichelli, 1873; br. in-8°.

ERRATA

(t. LXXVI, 1er semestre de 1873).

Page 207, ligne 12, *après le mot* descendants, *ajouter les mots* ou montants.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 FÉVRIER 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse une ampliation du décret rendu par M. le Président de la République, approuvant l'élection de M. *Janssen* pour remplir, dans la Section d'Astronomie, la place laissée vacante par le décès de M. *E. Laugier*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Janssen prend place parmi ses confrères.

ASTRONOMIE. — *Explication des taches solaires* (fin de la réponse aux critiques de MM. *Tacchini* et *Secchi*); par M. Faye.

« Désirant répondre sans retard à ces critiques, j'ai oublié un des arguments du P. Secchi, et j'ai laissé sans explication satisfaisante un des points de ma théorie. Cette Note a pour objet de remplir cette double lacune et d'offrir à l'Académie des détails et des dessins indispensables.

» La *fig.* 1 représente les éruptions de Wilson et d'Herschel, d'où dérivent celles du P. Secchi. AB est la photosphère; *ab* la couche inférieure de nuages non lumineux; *a'b'* est le noyau noir et froid du Soleil. Une éruption

gazeuse, partie de ce noyau, déchire la couche *ab* et pratique, dans la couche lumineuse, une vaste éclaircie circulaire AB. Un observateur, placé

Fig. 1.



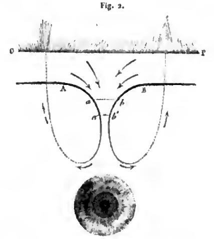
au loin, dans le voisinage de l'axe de l'éruption, voit le noyau noir en *a'b'*, la pénombre produite par la partie découverte de la couche nuageuse *ab* et l'orifice AB de la tache.

» Aujourd'hui il n'est plus question du noyau noir *a'b'* ni de la couche nuageuse *ab*; mais quelques astronomes tiennent encore aux éruptions venant trouer la photosphère en AB. Superposez à celle-ci la chromosphère CP : n'est-il pas évident que l'éruption va la traverser de bas en haut, ou la refouler de manière à produire, juste au-dessus de la tache, au-dessus de la limite CP, des protubérances ou flammes hydrogénées? Les choses ne se passent pas ainsi; il y a bien des protubérances, mais elles se trouvent en dehors de la tache, loin de l'éruption; dans le cratère même, si l'on peut se servir de ce nom pour un ensemble gazeux, il n'y en a point. C'est là ma première objection aux idées de MM. Tacchini et Secchi : il est difficile d'y faire une réponse intelligible.

» De plus, il est impossible d'obtenir ainsi rien qui ressemble à une tache du Soleil, pas même la pénombre et moins encore le noyau noir de la tache. Le P. Secchi pense que ces éruptions, en se dilatant dans leur course ascendante, produisent du froid et par suite l'extinction nécessaire pour la pénombre, le noyau noir et les phénomènes spectraux. Mais si les courants ascendants produisaient du froid dans la photosphère, comment donc sa radiation incessante pourrait-elle s'entretenir? Il existe bien, par milliers, des courants ascendants dans la masse solaire; mais ces courants, qui alimentent la photosphère, y apportent la chaleur des couches profondes au lieu d'y produire du froid; on ne saurait donc leur attribuer

l'extinction accusée par la pénombre, le noir des taches et les raies du spectre.

Fig. 2.

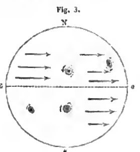


» Voici la figure d'un tourbillon solaire, comprenant le plan et la coupe verticale. Ce serait à peu près le plan et la coupe d'un de nos cyclones ou d'une trombe gigantesque. AB est le diamètre de l'orifice supérieur, là où la photosphère a été dénudée ; *ab* est le diamètre du noyau noir ordinaire ; *a' b'* est celui du trou encore plus noir de M. Dawes. Sur les parois A*a* et B*b*, refroidies par l'afflux des matériaux supérieurs, se forme la pénombre. Plus bas, vers l'orifice inférieur, s'échappe, comme en un disque tournant, l'hydrogène aspiré par le tourbillon dans la chromosphère. La force centrifuge l'écarte fortement de l'axe ; il remonte ensuite, en vertu de sa légèreté spécifique augmentée par son réchauffement, dans les couches profondes ; mais, au lieu de sortir forcément, comme dans le cas précédent du P. Secchi et de M. Tacchini, par l'orifice AB de la tache, il passe à travers la région des facules qui bordent la tache et jaillit en flammes et protubérances au-dessus de la chromosphère, bien loin de l'axe du tourbillon (1). Tout cela est en parfaite conformité avec les faits connus.

(1) C'est ce qui se passe sur terre lorsqu'une trombe ordinaire vient à pénétrer dans l'eau de la mer ou d'un lac par sa partie inférieure. On voit aussitôt l'eau s'agiter tout autour et y former une sorte de bourrelet tumultueux. Ce n'est pas, comme on le voit, que l'eau

» Telle est la *circulation souterraine* de l'hydrogène de la chromosphère, car c'est en partie d'hydrogène froid, puisé à cette source, que les tourbillons sont remplis. Quant aux dimensions, les voici : l'épaisseur de la chromosphère, de CP à AB, est au plus de 1 rayon terrestre ; la partie du cône tournant garnie de pénombre descend jusqu'en *ab*, à $\frac{1}{2}$ rayon en moyenne. La partie plus étroite *a' b'* du tourbillon va plus loin, à une profondeur double ou triple peut-être au-dessous de AB. L'orifice inférieur descend beaucoup plus bas. Ces énormes tourbillons solaires, qu'aucun obstacle solide ne limite, dont le diamètre au noyau *ab* est souvent de 3 à 4 rayons terrestres, parfois de 10 ou 11, et dont la pointe extrême descend à une profondeur énorme, traversent ainsi des couches dont la vitesse augmente peu à peu, ainsi que la température (1).

Fig. 3.



» La *fig.* 3 représente le disque solaire avec son équateur EO. Les flèches parallèles à EO indiquent en grandeur et en direction les vitesses superficielles de la photosphère. Deux taches, l'une au nord, l'autre au sud, animées sur les bords d'une lente gyration, tournent sur leur centre dans deux sens en apparence opposés : c'est celui de la rotation solaire. Cette gyration, constatée depuis longtemps dans un certain nombre de taches, est due à l'inégale vitesse des parallèles, et son sens est parfaitement déter-

soit aspirée par la trombe et s'élève dans son intérieur : c'est, au contraire, l'air que la trombe entraîne vers le bas qui s'échappe par l'orifice inférieur et remonte latéralement à la surface en bouillonnant.

(1) Les figures ne donnent pas du tout une idée juste de cette profondeur. Quant au diamètre supérieur AB, je viens de mesurer celui de la tache citée plus loin du 22 septembre 1870, laquelle n'avait rien de bien extraordinaire, et j'ai trouvé $\frac{1}{17}$ du diamètre solaire, soit 1' 47", soit 12 rayons terrestres pour l'ouverture pratiquée dans la photosphère.

miné, de droite à gauche pour un observateur placé sur l'hémisphère nord, de gauche à droite pour un observateur placé sur l'hémisphère sud.

Pour deux autres taches de très-longue durée, on a marqué l'oscillation qu'elles exécutent en circulant lentement, autour de leur position moyenne, dans des ellipses ponctuées dont le grand axe est perpendiculaire à l'équateur; le sens est indiqué par des flèches.

» En se reportant aux Mémoires que j'ai publiés à ce sujet, on trouve les éléments suivants puisés dans les observations anglaises :

Numéros des taches d'après Carrington.	Latitudes moyennes.	Oscillation en latitude.	Période de l'oscillation.
	Hémisphère boréal.		
762-789....................	$+19°25$	oscillation marquée	non déterm.
792-815-829...............	$+14.9$	Id.	Id.
868-889-908...............	$+11.1$	Id.	Id.
919-936-954...............	$+8.8$	Id.	Id.
858-877-899...............	$+8.1$	insensible	Id.
(4-12-18-28) (*)...........	$+8.0$	$-1°,7\ \cos 2°,68(t-6^j)$	131^j
	Hémisphère austral.		
616-664-710-730-753-777.	$-11°68$	$-1°,12\ \cos 2°,30(t-164^j)$	$156^j.5$
844-886-905.............	-16.05	$-1,45\ \cos 2,25(t-349)$	160
785-809-825-853-873.....	-25.68	$-1,93\ \cos 3,18(t-305.2)$	113
220-229-239.............	-27.64	$-1,86\ \cos 4,1\ (t-26)$	88
139-144..................	-30.69	$-1,37\ \cos 4,36(t-46.3)$	82.6

» Mais l'oscillation d'une tache n'est elliptique que si on la rapporte au méridien uniformément mobile qui passe par sa position moyenne; le sens de ce mouvement elliptique est naturellement celui de la rotation. Si on la rapporte, comme on doit le faire ici, à un méridien qui ait à chaque instant la vitesse correspondant au parallèle instantané de la tache, cette oscillation est alors sensiblement linéaire et perpendiculaire à l'équateur.

» Toujours est-il que cette oscillation en latitude, directement déduite des observations, suit exactement la même loi que l'oscillation correspondante en latitude dans un mouvement circulaire qui s'effectuerait uniformément autour de la position moyenne de la tache.

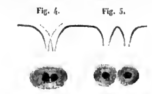
» Or il est aisé de s'assurer que les circonstances physiques qui caractérisent les tourbillons solaires permettent d'y concevoir ce dernier genre de mouvement avec une amplitude très-faible ($\pm 1\frac{1}{2}$ degré) et une lenteur

(*) Tache observée par le P. Secchi. Cf. *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 1027; 1866.

très-grande (période de 83 à 160 jours). En effet, le fait physique le plus important de ces tourbillons est l'abaissement considérable de température qui s'y produit, principalement dans la partie supérieure, où apparaît la pénombre, et la légèreté spécifique d'une partie des matériaux, qu'il entraîne dans le sens de l'axe, jusque dans les couches profondes où ces matériaux se réchauffent et se séparent, selon leur densité. Il y a lieu de penser que la distribution des densités et des masses engagées dans le tourbillon et les inégales vitesses des couches superposées doivent tendre à incliner cet axe et à le faire basculer lentement tout d'une pièce autour d'un de ses points, de manière à l'écarter de la verticale. Le tourbillon n'obéira pas à cette tendance, à cause de sa gyration propre; mais il en résultera, comme pour une toupie sollicitée par des forces analogues, un mouvement conique très-lent de l'axe autour de la verticale d'un point déterminé par la figure et les dimensions du tourbillon (1).

» Le mouvement conique circulaire et uniforme que nous venons de décrire donnerait, pour l'oscillation en latitude qui en résulterait, précisément la loi simple que nous avons retrouvée dans toutes les taches à longue durée. Mais le mouvement correspondant en longitude, rapporté au méridien à vitesse variable défini plus haut, étant presque insensible, cette circonstance montre que les considérations précédentes ne sauraient suffire. On en peut seulement conclure théoriquement la possibilité d'oscillations semblables à celles que nous avons constatées, mais modifiées en longitude par des causes spéciales. L'hypothèse des éruptions est, au contraire, tout à fait inconciliable avec ces mouvements.

Fig. 4. Fig. 5.



» Les *fig.* 4 et 5 ont trait à la segmentation des taches. Lorsque, dans un grand tourbillon, il se produit en certaine région un changement de vitesse, la courbure des trajectoires décrites par les masses en mouvement

(1) Le mouvement conique de l'axe d'un tourbillon solaire doit être compris comme réel et déterminant à chaque instant sa figure; l'ouverture supérieure va se modifiant sans cesse pour suivre ce mouvement; c'est ce qui se voit fréquemment dans les cas de segmentation.

varie beaucoup, et peut déterminer aux dépens du premier, et dans la partie inférieure, la formation d'un tourbillon parasite qui finit par se constituer et s'isoler, tandis que le premier se referme entièrement. Pendant quelque temps, il semble que les deux tourbillons, déjà séparés dans la partie inférieure, aient même orifice supérieur. Mais bientôt ils se séparent aussi en haut et deviennent complétement indépendants. J'ai tâché de reproduire le début de ces phénomènes dans la *fig.* 4, où l'on voit les tourbillons séparés jusque vers la limite inférieure de la pénombre. A ce moment, les légers courants ascendants qui forment les amas lumineux de la photosphère et de la pénombre peuvent pénétrer entre les deux tourbillons et déposer là quelques amas de matière condensée, tout comme les courants situés en dehors qui vont former les nuages lumineux de la pénombre. Il résultera de là, à travers le noyau noir de la tache vue en plan, une sorte de pénombre transversale, mince bande lumineuse qui accusera la région où les tourbillons sont réellement séparés. Cette ligne lumineuse transversale sera pour nous l'indice de la segmentation. Si elle se rompt et disparaît, cela indiquera qu'après un essai de séparation le tourbillon partiel ou adventif se sera résorbé lui-même dans le grand. Si elle s'élargit de plus en plus, on verra de plus en plus le noyau noir primitif former deux noyaux distincts, et bientôt la photosphère elle-même, s'introduisant par les deux côtés opposés entre les deux tourbillons, montrera, comme dans la *fig.* 5, que les deux phénomènes vont être indépendants l'un de l'autre.

» Je n'ai actuellement que cinq ou six photographies solaires qui me viennent des observatoires de Kew et de Wilna, mais elles suffiront pour confirmer mes assertions. Une belle tache de Kew montre bien nettement que le pont lumineux qui va diviser le noyau en deux parts est un filet de même nature que la pénombre, et qu'il est situé à son niveau inférieur.

» La chose est encore plus claire pour mes taches de Wilna, parce que j'ai la même tache à deux jours d'intervalle, les 21 et 23 septembre 1870. On y voit nettement que la séparation commence par le bas dans les cas habituels, et cela est pleinement confirmé par une belle épreuve publiée par M. Rutherfurd pour le jour intermédiaire, le 22 septembre. Finalement, la tache principale s'est segmentée en trois parties distinctes.

» Le père Secchi dit dans les *Memorie :*

« Così mi pare che non possa sostenersi l'idea sua (*Comptes rendus*, p. 1668) che la divisione delle macchie nasca da vortici secondarii formatisti nel primario. Le linee di separazione sono correnti tranquille e non vortice. »

» La dernière assertion du P. Secchi est très-juste : ces lignes fines de

pénombre qui viennent diviser les noyaux des taches ne sont pas agitées par des mouvements tourbillonnaires. Mais on vient de voir que ces lignes lumineuses, réduites souvent au début à de simples points centraux, se forment précisément entre les deux tourbillons déjà séparés par leur partie inférieure et tendant à se dégager aussi par en haut. Il n'est donc pas étonnant que les choses se passent tranquillement et que le pont lumineux, en dehors de tout tourbillon, ne présente pas de gyration sensible. Le P. Secchi croit, de son côté, que la séparation des taches tient au renouvellement d'une éruption qui commencerait à s'épuiser. Le nouveau jet ascendant de gaz n'aboutirait pas juste au même orifice, et se ferait ainsi un nouveau cratère. Mais n'est-ce pas à cette idée du P. Secchi que s'adresse sa propre objection ? Ne pourrai-je pas lui dire : la preuve que ce ne sont pas des éruptions voisines, ou plutôt en contact, passant par le même cratère, c'est la formation si tranquille d'un filet délié de lumière entre ces deux courants ascendants?

» En terminant, je désire faire ici une remarque essentielle : c'est qu'il ne faut pas confondre les éruptions du P. Secchi avec les bouffées de vapeurs ascendantes qui vont en tous sens alimenter la photosphère et y former, par voie de condensation ou de combinaison chimique, de nouveaux nuages lumineux, ces grains de riz ou ces feuilles de saule éblouissantes dont la photosphère est parsemée et qu'on retrouve affaiblis dans les pénombres.

» Les éruptions y produisent du froid, d'après le P. Secchi lui-même, qui paraît avoir adopté cette manière de voir pour satisfaire à une loi physique impérieuse et à certaines conditions posées par les phénomènes spectraux, tandis que mes courants ascendants discontinus, au lieu de trouer la photosphère, la garnissent au contraire d'amas de matière incandescente; au lieu d'y produire du froid, ils y amènent au contraire la chaleur interne, de manière à entretenir la radiation superficielle.

» Quant aux éruptions elles-mêmes, que j'ai défendues autrefois, faute de mieux, contre des hypothèses encore moins admissibles, je n'ai jamais pu leur assigner une raison quelconque de se produire dans une immense masse fluide comme le Soleil, et je me demande aujourd'hui si, en dehors des trouées que Wilson leur faisait pratiquer dans la photosphère, cette hypothèse est vraiment capable d'expliquer avec un semblant de précision et de netteté un fait, un seul fait pris au hasard dans toute l'histoire des taches. On voit par là combien je suis loin de m'entendre avec notre éminent Correspondant, qui pense, lui, que les principes de sa théorie sont éta-

blis, qu'il ne reste plus à éclaircir que de simples détails, et que cela viendra avec le temps.

» Nous ne nous entendons pas davantage sur les moyens d'étudier les faits. Le P. Secchi voudrait que je fisse un dénombrement relatif des taches tournantes par rapport aux autres qui, d'après ses dessins, ne tournent pas. Je l'entreprendrais volontiers si j'avais une collection de photographies solaires de 10 à 12 centimètres de diamètre, mais jamais sur les dessins d'un observateur, fût-il aussi habile et aussi exercé que le P. Secchi. La raison en est simple : les bords de la tache d'un degré héliocentrique de diamètre, dont je parlais dans les derniers *Comptes rendus*, page 302, si rapide que soit la gyration près de l'axe, emploiera un assez bon nombre de jours à exécuter vers les bords du noyau une rotation complète. Il faut donc des mesures délicates pour la mettre en évidence au bout d'un jour ou deux, en admettant qu'il y ait sur les bords quelques irrégularités persistantes, et ces mesures ont elles-mêmes besoin de certaines corrections que le calcul seul peut fournir. On le voit, ce n'est pas une affaire de simple inspection et de statistique, d'après des dessins dont l'auteur aura eu toute autre chose en vue, et je ne m'étonne pas que le P. Secchi, en recourant à ses registres, n'y trouve que des cas isolés de gyration frappante, qui ont dû sauter aux yeux, et qui d'ailleurs, à eux seuls, me semblent déjà bien convaincants si on les compare à ma théorie. »

BOTANIQUE. — *De la théorie carpellaire d'après le* Martynia fragrans; par M. A. Trécul.

« Le système vasculaire du pédoncule de la fleur forme, vers sa partie supérieure, une zone mince presque continue. A une petite distance de la base du calice, il produit, de chaque côté de la face supérieure, un sinus du fond duquel sort un faisceau destiné à l'une des deux bractéoles qui garnissent là le pédoncule. Tout près de la base de la fleur, cinq nouveaux sinus se forment, préparant la séparation des faisceaux qui vont au calice; puis un peu plus haut il s'en fait cinq autres, alternes avec les précédents, pour l'émission des faisceaux qui vont aux pétales; plus haut encore cinq nouveaux, alternes avec ceux des pétales, sont destinés aux faisceaux qui se terminent dans les étamines.

» Il est à remarquer qu'ici, bien que les étamines soient insérées sur le tube de la corolle, l'insertion de leurs faisceaux ne se confond pas avec celle des faisceaux propres à cette deuxième enveloppe de la fleur. A la

base même du tube de la corolle, les faisceaux de chaque pétale sont bien distincts. Chacun des cinq faisceaux pétalins, séparés du système vasculaire de la tige, se divise en trois avant d'entrer dans la corolle ; l'un forme le faisceau médian de chaque pétale; les deux latéraux produisent successivement, sur leur côté opposé au faisceau médian, chacun cinq ou six faisceaux formant une sorte de demi-éventail. Quand l'éventail de chaque pétale est formé, les faisceaux se prolongent à peu près indivis jusque vers la moitié de la hauteur de la corolle, où ils émettent des ramifications formant un réseau qui unit toutes les parties de celle-ci.

» C'est sur les intervalles que laissent entre elles les bases de ces cinq éventails formés par les faisceaux de la corolle, que les faisceaux des cinq étamines, dont la supérieure est stérile, s'insèrent sur le tube corollin.

» Si l'on fait, de bas en haut, des coupes transversales au-dessus de l'insertion des faisceaux des étamines, sur le système vasculaire de l'axe, on trouve que là ce système vasculaire forme d'abord un pentagone; ce qui résulte de l'émission même des cinq faisceaux des étamines. Ce pentagone étant plus long que large, son angle le plus aigu correspond au côté supérieur de la fleur, à l'insertion de l'étamine stérile. En montant dans la base du pistil, ce système vasculaire devient à peu près elliptique; et, à chaque extrémité du grand axe de l'ellipse, qui est aussi dirigé du côté supérieur au côté inférieur de l'organe, il se sépare un gros faisceau; le faisceau supérieur est le plus fort et le premier apparent. Alors ce grand axe transversal du système vasculaire s'allonge, et s'étend davantage vers la face supérieure que vers la face inférieure du pistil. Puis, deux nouveaux sinus se forment suivant le petit axe transversal, et au fond de chacun d'eux se sépare un nouveau faisceau. La coupe transversale du système vasculaire décrit alors à peu près un losange à faces qui deviennent rentrantes en montant. C'est donc aux angles de ce losange que correspondent les quatre faisceaux principaux du pistil.

» A sa propre base la cavité ovarienne est partagée en deux par une cloison transversale qui s'étend de l'un à l'autre des deux faisceaux situés aux extrémités du petit axe. Un peu plus haut cette cloison se fend longitudinalement, c'est-à-dire qu'elle se divise en deux demi-cloisons; et par le développement d'un double placenta sur le bord libre de chacune d'elles, chaque demi-cloison prend la figure d'un T sur les coupes transversales. En montant dans l'ovaire, les deux faisceaux placentaires, dont chacun était d'abord à une extrémité de la cloison, puis à la base du T formé par chaque moitié de cette cloison, s'avancent graduellement vers la partie

supérieure de la tige de chaque T, d'où ils envoient des ramifications dans les deux branches des placentas.

» Je n'ai parlé jusqu'ici que des quatre faisceaux principaux séparés du système vasculaire de l'axe réceptaculaire; mais, à la base de la cavité ovarienne, le reste de ce système vasculaire se partage en huit groupes arqués de fascicules, qui sont interposés par paires aux quatre faisceaux principaux. Ces huit groupes de fascicules sont nettement marqués à diverses hauteurs dans l'ovaire; mais, quand les deux faisceaux placentaires principaux se portent en dedans, en avançant dans l'intérieur des demi-cloisons, tandis que les deux faisceaux principaux, situés aux extrémités du grand axe transversal du système vasculaire, s'écartent vers l'extérieur, le faisceau de la face supérieure le faisant plus que le faisceau de la face inférieure, il s'interpose quelques fascicules entre ce faisceau supérieur et les deux groupes de petits faisceaux les plus voisins.

» Dans la partie supérieure de l'ovaire, l'arrangement des faisceaux se modifie, et leur nombre diminue, de manière que, vers la base du style, il n'y a plus, en outre des deux premiers faisceaux séparés du système vasculaire, et dont l'un est placé à la face supérieure du style et l'autre à la face inférieure, que deux arcs de fascicules occupant les côtés du style.

» Ce style s'atténue graduellement de bas en haut, et s'aplatit parallèlement à ses faces supérieure et inférieure, de sorte qu'un peu au-dessous du stigmate les deux faisceaux qui lui restent, et qui occupent la même position relative que les deux faisceaux primordiaux, sont placés suivant le petit axe de la section transversale, qui là va de la face supérieure à la face inférieure. Ces deux faisceaux se terminent dans les deux lames spatulées du stigmate.

» Telle est la disposition des premiers faisceaux dans l'ovaire jusque vers l'époque de la fécondation; mais plus tard, quand celui-ci s'accroît, il survient deux modifications considérables : l'une consiste dans la production de nombreux fascicules vasculaires répandus et anastomosés en réseau dans le parenchyme externe (1); l'autre en une production fibreuse des plus remarquables sur la face interne de la paroi ovarienne.

---

(1) Cette production tardive du réseau vasculaire externe est manifestement contraire à l'opinion que l'on a tenté d'apporter à l'appui de la théorie des feuilles carpellaires, dans ces dernières années. J'ai déjà annoncé que cette opinion est contredite aussi par le développement du réseau secondaire du fruit des *Papaver orientale*, *bracteatum* et *somniferum*. Je citerai plus tard de nouveaux exemples. Le Mémoire auquel je fais allusion, et qui se

» Cette formation fibreuse du fruit constitue une couche assez épaisse et dure autour de la cavité centrale. Elle est composée de deux parties : l'une de faisceaux purement fibreux verticaux, l'autre de cellules fibreuses horizontales. Cette dernière partie forme la masse principale de la couche, et enveloppe de toutes parts les faisceaux fibreux verticaux.

» Ces faisceaux fibreux font leur apparition quelque temps après la fécondation, et ils sont reliés par en bas avec les faisceaux vasculaires, comme je le dirai tout à l'heure.

» La modification de la paroi de l'ovaire fécondé commence par une multiplication utriculaire assez active, principalement à la face interne et à la face externe. Dans un ovaire fécondé ayant déjà 4 millimètres de diamètre, les cellules du parenchyme interne, qui, vers l'époque de la floraison, contenaient des grains amylacés, et entre lesquelles étaient interposés des gaz, comme dans le reste de la paroi, ne renfermaient plus qu'un nucléus, et formaient un tissu translucide, dans lequel les fascicules fibreux faisaient leur apparition. Ces fascicules débutent par la division de quelques cellules préexistantes, et consistent d'abord en petits groupes de cellules à parois minces et plus étroites que celles du parenchyme environnant (1). On trouve parfois, sur les coupes longitudinales de ces jeunes fascicules fibreux, leurs cellules oblongues disposées en séries horizontales; et si elles commencent à s'allonger, on voit leurs pointes terminales interposées aux extrémités atténuées aussi des cellules semblables placées au-dessus et au-dessous.

» Quand ces faisceaux purement fibreux, répartis autour de la loge, sont arrivés à un certain degré de développement, le parenchyme interne de la paroi ovarienne, interposé à ces faisceaux, se modifie aussi. Cette modification commence par les cellules les plus rapprochées de la cavité de l'ovaire, et elle continue jusque dans les cellules situées à petite distance des faisceaux vasculaires. Ces cellules, après s'être multipliées par division,

---

trouve dans le tome X de la cinquième série des *Annales des Sciences naturelles*, est un des travaux les plus intéressants qui aient été écrits sur ce sujet; malheureusement il est fondé sur une double confusion : 1° la confusion de l'accroissement général du fruit en épaisseur avec l'accroissement de la partie interne du péricarpe; 2° la confusion de ce que l'on appelle communément la *couche génératrice* avec la génération du parenchyme des feuilles. A cause de certains faits importants qui sont mentionnés dans ce Mémoire, j'en parlerai plus longuement en traitant des plantes qui y sont nommées.

(1) Les fascicules vasculaires du réseau externe commencent de même, par la division de cellules parenchymateuses préexistantes, préalablement un peu étendues.

s'allongent horizontalement et deviennent des fibres horizontales qui composent le tissu ligneux interposé aux faisceaux purement fibreux verticaux.

» Jetons maintenant un coup d'œil sur la disposition générale de ce tissu fibreux de la base du fruit à sa partie supérieure.

» Si pour cet examen nous prenons un très-jeune fruit en voie d'accroissement, nous trouvons ce qui suit : A quelque distance au-dessus de l'insertion des faisceaux staminaux, le système vasculaire forme une ellipse, des extrémités du grand axe de laquelle se sépare, nous l'avons vu, d'abord le faisceau principal du côté supérieur, et ensuite le faisceau principal du côté inférieur ; plus haut l'ellipse se change en losange. Ce système vasculaire forme une strate pourvue, sur sa face externe, d'une couche génératrice, dont l'activité est assez grande pour présenter des séries radiales de 15 à 20 cellules, tandis que sur la face interne de la strate fibrovasculaire le tissu est simplement d'aspect parenchymateux, mais nécessairement jeune aussi. Un peu au-dessus, le sens de l'accroissement change ; il s'accomplit davantage sur la face interne ; toutefois, il ne se forme là que des fibres ligneuses sans vaisseaux, et la production de ces fibres est telle, que les groupes vasculaires passent graduellement, de bas en haut, de la face interne à la région moyenne de la strate ou des faisceaux, puis à la face externe de ceux-ci, et enfin les groupes vasculaires s'isolent complétement du tissu fibreux ; ils sont rejetés en dehors dans le parenchyme externe, où ils constituent des fascicules entourés d'une petite quantité de cellules allongées. Ces petits faisceaux sont disposés, autour de la couche fibreuse, dans des positions correspondant à celles qui ont été indiquées précédemment.

» A mesure que cette séparation des groupes vasculaires avance, la strate fibro-vasculaire se partage plus nettement en faisceaux distincts. C'est à l'approche de l'insertion des faisceaux placentaires que ces changements s'accomplissent. A peu près à cette hauteur aussi, le parenchyme médullaire est remplacé par des cellules qui deviennent fibreuses, excepté, au moins temporairement, dans un espace de peu d'étendue, situé entre la base des deux faisceaux placentaires. Un peu plus haut, des faisceaux fibreux verticaux se développent dans ce tissu central même, où ils sont épars dans le tissu formé de fibres horizontales.

» Cet état subsiste jusqu'au-dessous des deux fossettes qui constituent le fond de la cavité du fruit ; puis ce tissu purement fibreux se répartit autour de cette cavité, en formant une épaisse couche de fibres horizontales enchevêtrées, qui enveloppent, près de la face externe de la strate, une série

de faisceaux purement fibreux. Cette couche présente à sa face externe des ondulations qui sont dues aux épaississements qu'elle subit vis-à-vis de chacun des huit groupes de faisceaux mentionnés dans l'ovaire. Là, dans ces épaississements, le nombre des faisceaux fibreux est souvent augmenté; leur série est fréquemment doublée, au lieu d'être simple comme dans les autres parties de la couche.

» Le tissu formé de fibres horizontales ne s'arrête pas à la surface de la cavité du fruit; il tapisse aussi les parois externes de chacun des deux placentas.

» Dans les parties supérieures du fruit, tandis que le nombre des faisceaux diminue, et que leur arrangement se modifie, la couche fibreuse subit aussi des modifications. Vers le haut de la cavité, le sommet des deux T placentaires se rapproche; les extrémités des branches opposées l'une à l'autre arrivent à se toucher, et elles deviennent confluentes avec la paroi péricarpienne. Il en résulte que la cavité semble là divisée en quatre loges périphériques, plus une cinquième à section transversale lenticulaire, interposée aux branches des deux placentas.

» Plus haut, les placentas cessant avec la cavité, il reste au centre du fruit le tissu ligneux sensiblement quadrilobé, et les lobes correspondent aux apparentes loges terminales placées au-dessous. Ce tissu ligneux est partagé en deux moitiés, suivant deux lignes opposées au faisceau de la face supérieure et à celui de la face inférieure, lesquels faisceaux sont placés dans le voisinage de la périphérie du fruit. Le reste du système vasculaire est de même disposé en dehors de la strate purement fibreuse, dans l'épais parenchyme qui recouvre celle-ci.

» La couche fibreuse forme donc, dans cette partie supérieure du fruit qui surmonte la cavité, une zone ondulée, interrompue en deux endroits, et elle enserre un parenchyme médullaire, dans lequel on voit se dessiner quatre replis fibreux, partant des bords des deux moitiés de la strate fibreuse, et disposés à peu près suivant les plans qu'occupent plus bas les branches des T placentaires, qui, nous l'avons vu, sont fibreuses sur leur face externe. Les bords des deux replis d'une même moitié de la couche fibreuse, en se joignant, complètent une sorte d'enceinte fibreuse particulière à chaque moitié; mais le tissu central de chaque enceinte devient lui-même purement fibreux. Il offre un aspect très-différent des faisceaux fibreux, irrégulièrement polyédriques, et de volumes divers qui l'enserrent, parce qu'il est composé de fibres horizontales enchevêtrées, et sans mélange de cellules parenchymateuses.

» Le tissu fibreux forme donc là comme deux tubes opposés l'un à l'autre par des faces d'abord un peu concaves qui, plus haut, deviennent convexes, et font prendre à chaque tube une section elliptique. En même temps, chaque tube s'atténue graduellement de bas en haut, de manière que ces deux prolongements fibreux ont la forme de deux cornes aiguës, indépendantes l'une de l'autre au sommet. Chacune d'elles est enveloppée par le parenchyme de la partie persistante du style dans lequel elles se prolongent.

» Cherchons maintenant à reconnaître d'abord dans l'ovaire, ensuite dans le fruit, l'existence des feuilles carpellaires, que les botanistes supposent y exister.

» Nous avons vu que, dans la base du pistil, il se sépare du système vasculaire un faisceau correspondant à la face supérieure de l'ovaire, et un autre correspondant à la face inférieure. S'il y a deux feuilles carpellaires, ces deux faisceaux en doivent être les nervures médianes. Un peu plus haut, il se sépare deux autres faisceaux, dans un plan perpendiculaire à celui des deux faisceaux primitifs. Ce sont ces deux faisceaux qui constituent les deux cordons placentaires. Si l'on admet l'hypothèse des deux feuilles carpellaires, il faut admettre aussi que chacun des deux derniers faisceaux représente deux faisceaux foliaires marginaux fusionnés, appartenant aux bords soudés des deux feuilles constituantes; mais, immédiatement au-dessus de l'insertion des deux premiers faisceaux et des deux qui suivent, le système vasculaire de l'axe ne perd point son caractère axile, pour revêtir une disposition qui rappelle en quoi que ce soit l'organisation d'une feuille de *Martynia* ou autre. Seulement, de pentagone qu'il était à l'insertion des étamines, il devient successivement, de bas en haut, elliptique d'abord, puis en forme de losange, avec des faces courbes rentrantes; et ce n'est qu'à la hauteur de la cavité ovarienne qu'il devient discontinu. Il se partage en huit groupes de fascicules, qui sont opposés aux huit points les plus saillants de la cavité de l'ovaire.

» Si rien dans tout cela ne rappelle une constitution foliaire, qu'en sera-t-il donc plus tard dans le fruit, après que seront apparus, dans le parenchyme externe, le réseau vasculaire, dont les nombreux fascicules y sont répandus, et, à la place du parenchyme interne, cette couche fibreuse, si remarquable par sa composition et par son origine?

» D'un autre côté, nous sommes bien éloignés de retrouver dans cette dernière la disposition que l'on avait supposée aux deux feuilles carpellaires dans l'ovaire, car les deux moitiés en lesquelles se partage cette zone

fibreuse, et qui se prolongent dans le style, sous la forme de deux cornes, sont précisément disposées en sens inverse des feuilles carpellaires supposées; par conséquent, on ne saurait ajouter à toutes les hypothèses précédentes que ces deux moitiés et les cornes qui les surmontent représentent chacune la modification d'une des deux prétendues feuilles constituantes, comme on serait porté à le croire en ne considérant que le tissu ligneux dépouillé de l'enveloppe cellulo-vasculaire externe.

» Il résulte également de ce qui vient d'être dit, que la constitution de l'ovaire et du fruit est contraire aussi à l'opinion qui admet que les cordons placentaires sont des prolongements de l'axe soudés avec les bords des feuilles.

» On eût pu être tenté de prétendre que les deux faisceaux placentaires représentent les nervures médianes de deux feuilles fertiles, étendues sous la forme des placentas dans la cavité ovarienne, et que deux feuilles stériles, soudées bord à bord en arrière des deux feuilles fertiles, constituent les parois de l'ovaire et du fruit. Mais, je le répète, ni dans l'ovaire ni dans le fruit, on ne peut retrouver la structure des feuilles. Et puis, il faut remarquer ceci, que la couche fibreuse qui se développerait sur la face supérieure des feuilles pariétales s'étendrait sur la face inférieure (ou externe) des feuilles placentaires, etc.

» Toutes ces difficultés accumulées arrêteront-elles les partisans de la théorie des feuilles carpellaires? Il n'est pas douteux pour moi que ces feuilles n'existent pas, et que le fruit du *Martynia* a une constitution qui lui est propre, et qu'elle est due à un changement considérable survenu dans la multiplication et la distribution des éléments fibreux et vasculaires de la tige; d'où il est résulté un type d'organisation tout différent de celui qui existe dans cette dernière. »

HYDRAULIQUE. — *Note sur l'écoulement de l'eau des marais d'Ostie, en vertu de la baisse alternative des vagues, et sur la destruction d'un banc de sable;* par M. A. de Caligny.

« M. Moro a employé, pour le desséchement des marais d'Ostie, un canal recouvert dont l'extrémité, qui débouche dans la mer, est alternativement fermée au moyen d'un système de soupapes qui permet à l'eau de ces marais de s'écouler dans la mer sans pouvoir revenir sensiblement en arrière. Quand l'eau de la mer est descendue au niveau le plus bas qu'elle peut atteindre, je veux parler d'un niveau considéré, abstraction faite des

vagues, en vertu des marées très-peu sensibles de la Méditerranée, cette disposition permet de faire encore écouler l'eau des marais plus bas que le niveau moyen dont il s'agit, parce que l'on profite de la baisse alternative des vagues pour faire ouvrir les espèces de clapets de retenue précités, qui permettent à l'eau des marais d'entrer alternativement dans la mer.

» Lorsque M. de Saint-Venant me fit connaître cette application heureuse du mouvement oscillatoire, je m'empressai d'écrire à M. Moro pour l'inviter à prendre connaissance d'une Note que j'avais publiée, beaucoup d'années auparavant, dans le journal l'*Institut* et dans le *Bulletin de la Société Philomathique de Paris*, p. 27 (*voir* l'extrait du procès-verbal de la séance de cette Société, du 17 mai 1851). Dans cette Note, intitulée : *Appareil à faire des épuisements au moyen des vagues de la mer*, je montrais qu'on pouvait faire des épuisements à une profondeur beaucoup plus grande, en faisant baisser l'eau alternativement dans un tube recourbé en forme de L, en vertu du mouvement alternatif des vagues, une soupape permettant à l'eau d'un marais d'entrer dans ce tube sans rentrer dans ce marais. M. Moro s'empressa de reconnaître ma priorité pour ce principe, et je tiens même à le remercier publiquement de la délicatesse avec laquelle non-seulement il l'a reconnue dans le *Giornale delle Arti e delle Industrie* de Florence, du 22 décembre 1869, p. 802, mais de celle avec laquelle il a demandé lui-même à M. de Cuyper de publier la traduction du passage qui me concerne dans la *Revue universelle des Mines, etc., de Belgique* (1).

(1) Je vais donner la traduction d'un extrait de ce passage, trop flatteur pour être reproduit en entier. Je remarquerai d'ailleurs, conformément à ce que j'ai dit ci-dessus, que c'est à la Société Philomathique de Paris que j'ai communiqué la Note précitée. C'était un autre principe, plus intéressant au point de vue de la Science, que j'avais présenté longtemps auparavant à l'Académie, en 1841 (*voir les Comptes rendus*, t. XIII, p. 830), pour faire des épuisements au moyen des oscillations résultant des vagues de la mer, sans qu'une soupape de retenue fût absolument indispensable.

J'ai publié sur ce sujet, dans le *Journal de Mathématiques* de M. Liouville, en 1843, première série, t. VIII, p. 23 et suivantes, un Mémoire intitulé *Nouveau système de fontaines intermittentes sous-marines; théorie et modèle fonctionnant, suivi d'une Note de M. Combes*. Il s'agissait surtout, comme on le voit d'après ce titre, d'une recherche relative à l'explication de certains phénomènes qui intéressent les géologues. J'avais donc tenu à montrer que l'appareil pouvait marcher *sans pièce mobile*. M. Combes voulut bien ajouter quelques développements théoriques à mon travail. On sait que mes recherches sur l'explication des fontaines naturelles intéressaient M. Arago. Il était d'ailleurs évident que, si l'on voulait appliquer sérieusement ces recherches aux épuisements des marais maritimes, il faudrait, au moyen de clapets de retenue, empêcher l'eau épuisée de retourner dans le marais quand le

» Je n'entrerai pas ici dans le détail des constructions exécutées par M. Moro, dont le *brise-lames* et le système de soupapes m'ont paru bien combinés. Les dimensions des diverses parties de l'appareil permettent à ces soupapes d'être assez sensibles pour faire profiter, comme je l'ai dit ci-dessus, de la dénivellation alternative des vagues. Il a l'intention, d'ailleurs, comme il le dit dans la Note précitée, de se servir des moyens que je lui ai proposés pour augmenter très-notablement la profondeur à laquelle les épuisements pourront être faits.

» Les procédés que je lui ai communiqués feront l'objet d'une autre Note. J'ai seulement pour but, aujourd'hui, d'appeler l'attention sur le résultat pratique déjà obtenu par l'application, même on ne peut plus primitive, du principe sur lequel reposent les appareils dont il s'agit.

» Je profite d'ailleurs de cette circonstance pour compléter ce que j'ai dit dans le *Compte rendu* de la séance de l'Académie des Sciences du 6 janvier dernier, sur la manière dont M. Moro a détruit un banc de sable qui

---

calme serait rétabli. J'ai cru cependant qu'il était utile, comme je l'ai fait en 1851, de communiquer à la Société Philomathique une Note spéciale sur l'emploi de ces soupapes, même abstraction faite des phénomènes qui sont la base de la fontaine intermittente que je rappelle. Ces phénomènes peuvent d'ailleurs être utilisés dans le système objet de la présente Note, et qui n'est même, à proprement parler, qu'une conséquence pratique de l'autre appareil lorsqu'on y ajoute une soupape.

Voici l'extrait dont il s'agit de la Note de M. Moro :

« ... Ici la justice nous impose le devoir, que nous remplissons avec plaisir, de déclarer qu'il résulte, de renseignements qui nous sont parvenus, que M. de Caligny..., correspondant de l'Institut ..., a imaginé, il y a plus de vingt ans, et proposé à l'Académie des Sciences un moyen peu différent du nôtre et basé sur le même principe de l'application du mouvement oscillatoire des vagues à l'épuisement des marais maritimes. Poussé par le vif intérêt qu'il prend à cette nouvelle entreprise hydraulique (*Revue universelle des Mines* du 23 septembre 1869), et tout en déclarant qu'il ne s'est pas occupé de la grande difficulté résultant des sables, mais du principe théorique d'utiliser l'abaissement des vagues, M. de Caligny a bien voulu, avec une généreuse courtoisie, nous suggérer quelques idées appuyées de dessins, en vue d'appliquer à notre appareil une partie spéciale de son système que nous n'avions pas encore observée, et qui permettrait non-seulement d'obtenir dans le marais le niveau le plus bas de la mer que nous nous proposions d'atteindre, mais encore de le faire descendre plus bas sous l'action des bourrasques, de quelque côté que vînt le vent, ce qui serait un grand avantage, tandis qu'aujourd'hui cet abaissement ne s'est réalisé que par un vent du nord ou du sud-ouest.

« Différentes observations, et quelques expériences élémentaires déjà faites, nous donnent la ferme conviction que le système de M. de Caligny sera un perfectionnement important du nôtre, et nous avons le désir et l'espoir d'en faire l'essai.... »

s'était formé devant l'embouchure du canal dont il s'agit. M. le capitaine de vaisseau Cialdi m'avait écrit le 30 janvier dernier que le courant littoral sur cette plage, n'ayant qu'une vitesse de trois à quatre milles en vingt-quatre heures, aurait été tout à fait insuffisant pour détruire ce banc de sable, même en utilisant le mieux possible son système de digues convergentes. Je me suis empressé de communiquer cette observation à M. Moro, qui, dans une lettre du 11 de ce mois, m'a répondu qu'en effet ce courant est encore plus faible que celui qui existe à Port-Saïd. C'est bien surtout aux courants provenant du vent et des vagues que l'on doit attribuer, à cause de la manière dont les digues convergentes du système de M. Cialdi ont modifié les courants et les vagues, la destruction du banc de sable.

» J'ai eu occasion de constater à Versailles, dans la pièce d'eau des Suisses, que dans certaines circonstances les vagues produisent bien réellement des courants parallèles au rivage et qui ont même une certaine durée. Dans cette grande pièce d'eau, quelquefois même appelée le *Lac des Suisses*, on peut faire des observations ayant au moins beaucoup d'analogie avec celles qui seront, je l'espère, répétées au bord de la mer par des ingénieurs de la Marine, auxquels je les ai communiquées depuis qu'ils m'ont fait l'honneur de me consulter relativement à ces questions.

» Ces phénomènes montrent que, sur les plages où l'on peut craindre les ensablements, les appareils du genre de ceux dont il s'agit dans cette Note ne peuvent être convenablement appliqués que si les courants parallèles au rivage, soit continus, soit plus ou moins alternatifs, comme ceux dont je viens de parler, ne sont pas arrêtés par des digues perpendiculaires à ce rivage. C'est malheureusement ce qui a été fait, sans l'assentiment de M. Moro, sur la plage d'Ostie. Il est résulté, de digues perpendiculaires au rivage, un ensablement plus fort que celui dont il s'était débarrassé par le procédé de M. Cialdi, ce qui a interrompu momentanément le desséchement des marais d'Ostie.

» Mais, d'après les renseignements qui m'ont été transmis, l'appareil d'épuisement, objet de cette Note, a longtemps fonctionné depuis le mois de mai 1868 de la manière la plus satisfaisante, et si l'on peut obtenir que ces digues soient détruites, les travaux de desséchement pourront être repris au moyen des mêmes principes, avec d'autant plus d'avantages que M. Moro se propose d'y appliquer les procédés dont je lui ai envoyé les dessins. Je sais d'ailleurs qu'il a l'intention de les appliquer pour d'autres épuisements de marais dans des circonstances semblables.

» Abstraction faite même de ce système d'épuisement, les études faites dans

cette localité par M. Moro me paraissent avoir une véritable importance, d'autant plus que c'est la première fois qu'on a appliqué le moyen proposé par M. Cialdi pour détruire les bancs de sable ou empêcher leur formation à l'embouchure d'un canal dans la mer.

» M. Moro, dans plusieurs lettres qu'il m'a écrites à ce sujet, déclare formellement qu'il croit que le système de M. Cialdi est applicable à Port-Saïd. J'ai pensé qu'il était important de faire connaître, relativement à la possibilité de cette application, l'opinion de l'ingénieur qui a fait l'expérience précitée. Il est donc bien entendu que le courant dont j'ai parlé dans ma Note du 6 janvier dernier était sans importance relativement à la destruction du banc de sable, et que les nouveaux documents transmis par M. Moro confirment d'ailleurs les conclusions que j'avais présentées dans cette Note. »

M. Hermite fait hommage à l'Académie d'un ouvrage intitulé : « Cours d'Analyse de l'École Polytechnique, 1re Partie », et signale à cette occasion le zèle et l'habileté de l'éditeur, M. Gauthier-Villars, et de son collaborateur, M. Brisse, ancien élève de l'École Polytechnique, dont le concours lui a été extrêmement utile.

M. R. Clausius fait hommage à l'Académie de deux Mémoires relatifs au mouvement d'un point matériel autour d'un centre d'attraction et au mouvement de deux points matériels autour l'un de l'autre. (Ces Mémoires, imprimés en allemand, sont extraits des « Comptes rendus de l'Académie royale des Sciences et de l'Université de Göttingen ».)

M. P. Gervais fait hommage à l'Académie d'un Mémoire « Sur les formes cérébrales propres à différents groupes de Mammifères ».

Ce Mémoire, qui est le sixième de ceux qu'il a consacrés à cette question, traite du Toxodon et du Typothérium, deux animaux d'espèces aujourd'hui éteintes, offrant des caractères très-singuliers, qui ont vécu dans l'Amérique méridionale pendant la période quaternaire. Les Chéiroptères, le Galéopithèque, les Insectivores et les Rongeurs y sont également décrits, ainsi que plusieurs Ongulés de petite taille, tels que les Chevrotains, les Cainothériums, les Oréodons et les Damans, animaux dont les premiers tiennent à la fois des Ruminants et des Porcins, par différentes particularités anatomiques, et dont le dernier, bien que classé par Cuvier et de Blainville parmi les Jumentés, s'en éloigne sensiblement à certains égards.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. le maréchal *Vaillant*. Cette Commission doit se composer de deux Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, de deux Membres pris dans les Sections de Sciences physiques, de deux Académiciens libres, et du Président de l'Académie.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51, les Membres qui réunissent le plus de suffrages sont :

Dans les Sections de Sc. mathématiques,	M. Bertrand, qui obtient	29	suffr.
»	M. Chasles.	17	»
»	M. Élie de Beaumont . .	14	»
Dans les Sections de Sciences physiques,	M. Chevreul.	19	»
»	M. Dumas.	18	»
»	M. Brongniart	14	»
»	M. Decaisne	13	»
Parmi les Académiciens libres,	M. Larrey.	26	»
»	M. Bienaymé.	20	»
»	M. Passy.	18	»
»	M. Bussy.	16	»

En conséquence, la Commission se composera de M. de Quatrefages, Président en exercice, et de MM. Bertrand, Chasles, Chevreul, Dumas, Larrey, Bienaymé.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Gegner pour l'année 1872.

MM. Dumas, Milne Edwards, Chevreul, Chasles, Cl. Bernard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Brongniart, Pasteur.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉODÉSIE. — *Détermination des positions géographiques sur un ellipsoïde quelconque;* Mémoire de M. le colonel **H. Levret**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Villarceau, Serret, d'Abbadie.)

« Les premières formules applicables au calcul de proche en proche des positions géographiques des différents sommets d'un canevas géodésique ont été établies par Legendre, à l'occasion de la mesure de la méridienne de Dunkerque. Ces formules étaient compliquées et, par suite, d'un emploi laborieux. Vers 1816, le colonel Puissant les rendit pratiques par l'omission de certains termes, lesquels ont été rétablis plus tard, en partie, par le colonel Hossard.

» En 1854, j'ai repris cette question, afin de pouvoir appliquer les formules à de très-longs côtés, et je suis parvenu à de nouvelles expressions, sous forme de séries, dont tous les termes sont rigoureusement exacts.

» Mais, dans ces recherches, la terre avait toujours été considérée comme étant un ellipsoïde de révolution; or, cette hypothèse paraissant aujourd'hui fort contestable, je vais rechercher quelles seraient les formules pouvant servir à la détermination des positions géographiques dans le cas d'un ellipsoïde non de révolution.

» Ayant à faire usage des procédés qui m'ont servi pour l'établissement de mes premières formules, je vais d'abord les exposer succinctement :

» Le petit triangle différentiel et rectangle formé par un élément dK de la ligne géodésique et par les petits arcs de méridien et de parallèle correspondant aux extrémités de cet élément, donne les relations

$$dL = -\frac{dk\cos z}{\rho},\quad dM = \frac{dk\sin z}{r},$$

L et M étant la latitude et la longitude, ρ le rayon de courbure du méridien, r le rayon du parallèle d'un point de l'élément dk, et z l'azimut de l'arc géodésique au même point.

» Quant à la valeur de dz, elle se déduit par différentiation de la relation connue :

$$r\sin z = \text{const.},\quad \text{d'où}\quad dz = -\frac{\sin z}{r\cos z}dr,$$

et en substituant à dr sa valeur déduite de $r = \frac{a \cos L}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 L}}$ on a

$$dz = \frac{\sin L \sin z}{r} dk.$$

» De ces valeurs générales de $\frac{dL}{dk}$, $\frac{dN}{dk}$, $\frac{dz}{dk}$ on déduit par des différentiations successives (K étant considéré comme variable indépendante) les coefficients différentiels des divers ordres par rapport à K, et, faisant emploi de la formule de Maclaurin, on obtient les expressions suivantes, dans lesquelles LM et z représentent la latitude, la longitude et l'azimut à l'origine d'un côté géodésique, L'M'z' représentent des quantités analogues pour l'extrémité de ce même côté, ρ le rayon de courbure du méridien, r le rayon du parallèle à l'origine du côté et N la grande normale au méridien.

$$L' = L - \frac{k \cos z}{\rho \sin 1''} - \frac{k^2 \operatorname{tang} L \sin^2 z}{1.2 N \rho \sin 1''}\left(1 + \frac{3 e^2 \cos^2 L \cot^2 z}{1 - e^2}\right)$$
$$+ \frac{k^3 \sin^2 z \cos z}{1.2.3 N^2 \cos^2 L \sin 1''}(1 + 2 \sin^2 L) - \ldots,$$

$$M' = M + \frac{k \sin z}{N \cos L \sin 1''} - \frac{k^2 \sin L \sin z \cos z}{r^2 \sin 1''} + \frac{k^3 \sin z}{3 \sin 1''}\left[\frac{\cos L \cos^2 z}{\rho r^2} + \frac{\sin^2 L (3.4 \sin^2 z)}{r^3}\right],$$

$$z' = 200^g + z - \frac{k \operatorname{tang} L \sin z}{N \sin 1''} + \frac{k^2 \sin L \sin z}{N \sin 1''}\left(\frac{1}{2\rho} + \frac{\operatorname{tang}^2 L}{N}\right)$$
$$+ \frac{k^3 \sin L \sin z}{1.2.3 N^2 \cos^2 L}(\cos^2 L - 6 \cos^2 z + 2 \sin^2 L \sin^2 z +)\ldots.$$

» Je suppose maintenant que la terre soit un ellipsoïde non de révolution.

» Les latitudes, longitudes et azimuts que je désignerai comme précédemment pour les deux extrémités d'un arc géodésique par L, M, z et L', M', z', ne répondront plus aux conventions anciennes; il faut donc, tout d'abord, les définir de nouveau.

» Je nommerai méridien terrestre l'intersection de la surface de la terre passant par la ligne des pôles.

» La longitude d'un point sera l'angle compris entre le plan du méridien de ce point et le plan méridien passant par le plus grand des axes de l'équateur.

» La latitude d'un point sera l'angle formé par la normale au méridien terrestre avec la projection de cette normale sur l'équateur (*).

(*) On pourra toujours, par une simple transformation trigonométrique, remplacer dans

» Enfin l'azimut, pour une ligne géodésique, sera déterminé par l'angle des deux plans normaux à la terre, passant par les éléments au point d'observation : 1° de l'arc géodésique; 2° du méridien terrestre.

» Ces définitions établies, recherchons les valeurs générales des coefficients différentiels de L, M et z par rapport à l'élément dk de l'arc géodésique, z désignant l'azimut de cet élément.

» Soit AB le petit arc dont la longueur est dk, B étant au nord de A. Formons le petit triangle différentiel ABC par AC, petit arc du parallèle de A, et par BC, petit arc du méridien de B.

» Dans ce triangle on connait l'angle ABC ou z; l'angle BCA s'exprime facilement enfonctions de L et de M, enfin $AB = dk$.

» Alors ρ désignant le rayon de courbure de BC et r le rayon de courbure de AC, on a :

$$dL = -\frac{BC}{\rho}, \quad dM = \frac{AC \sin DCA}{r};$$

et, remplaçant BC et AC par leurs valeurs déduites des relations entre les éléments du triangle ABC, on obtient

$$dL = -\frac{\cos z}{\rho}, \quad dk - \frac{\cot c \sin z}{\rho} dk, \quad dM = \frac{\sin z (1 - e^2 \cos^2 M)}{r \sin c \sqrt{1 - 2e^2 \cos^2 M + e^4 \cos^2 M}} dk.$$

e^2 est le carré de l'excentricité de l'équateur.

» Pour obtenir dz, je conçois un ellipsoïde de révolution auxiliaire dont l'axe satisfait à ces deux conditions : 1° d'être parallèle à la ligne des pôles de la terre; 2° de passer par le centre du cercle osculateur en A au parallèle de ce point. J'achève de déterminer l'ellipsoïde auxiliaire, en établissant que sa section par le plan méridien de A et ce même méridien auront en A un contact de second ordre.

» Il est facile de reconnaitre que ces diverses conditions peuvent être satisfaites, et qu'elles sont d'ailleurs suffisantes pour déterminer l'ellipsoïde auxiliaire, de grandeur et de position.

» Deux éléments successifs de l'arc AB se trouvent alors à la fois sur les deux ellipsoïdes et appartiennent à des lignes de plus courte distance. Or nous avons, pour l'ellipsoïde de révolution $r \sin z = \text{const.}$; la même relation s'appliquera donc à la ligne géodésique sur l'ellipsoïde terrestre, en

---

les formules finales la valeur que nous avons affectée à la latitude, dans le seul but de simplifier les calculs, par celle plus rationnelle de l'inclinaison de la normale à la terre, sur le plan de l'équateur.

donnant à r et à z les significations qui leur conviennent. Dans cette supposition :

» r sera le rayon de courbure du parallèle terrestre.

» Quant à z, il différera, pour les deux surfaces, de l'angle compris entre les plans normaux qui passent par les premiers éléments des méridiens des deux solides.

» Cet angle, que je désigne par β, est la projection, sur le plan tangent en A, aux deux surfaces d'un autre angle, celui du rayon vecteur avec le rayon de courbure du parallèle en ce même point.

» β s'exprime facilement au moyen des données; dès lors la relation

$$dr \sin(z + \beta) = 0,$$

qui ne contient plus aucun élément de l'ellipsoïde auxiliaire, convient à tous les points de la ligne géodésique et donne la valeur générale

$$\frac{dz}{dk} = -\cot(z+\beta)\frac{dr}{dk} - r\cot(z+\beta)\frac{d\beta}{dk}.$$

Suivant alors la marche que j'ai indiquée par l'ellipsoïde de révolution, on déduira de cette valeur de $\frac{dr}{dk}$ et de celles de $\frac{dL}{dk}$ et $\frac{dM}{dk}$ précédemment trouvées les coefficients différentiels des divers ordres de LM et z, et par suite les développements de L'M' et z' en fonction des données.

» Cette théorie s'applique à tout sphéroïde, car il serait facile d'éviter, dans l'expression de $\frac{dM}{dk}$, la valeur de l'excentricité de l'équateur. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence d'une proportion considérable de nitre dans l'*Amarantus Blitum; Note de M. A. **Boutin**.

(Commissaires : MM. Chevreul, Balard, Cahours.)

« Parmi les plantes que l'on rencontre dans les champs, et dont quelques-unes ont déjà reçu des applications en médecine et dans l'industrie, il en existe qui, encore foulées aux pieds ou arrachées comme mauvaises herbes, seraient peut-être dignes d'occuper une place auprès de leurs congénères déjà utilisées. De ce nombre est l'*Amarantus Blitum*, de la famille des Amarantées, fort commun dans les terrains cultivés du Poitou, où il est connu sous le nom de Pied-Rouge.

» Il y a quelques années déjà, en voyant les ménagères l'employer pour fourbir ou décaper les ustensiles de cuivre, je pensai que cette plante devait

contenir un acide libre ou un sel acide; je fus surpris de constater qu'elle était complétement neutre et ne contenait que de l'azotate de potasse, ce qui m'expliqua néanmoins le décapage du cuivre.

» Pour déterminer la proportion de ce sel, je pris 100 grammes de toutes les parties de la plante préalablement desséchée à la température de 100 degrés, et je les incinérai. Les cendres obtenues, qui pesaient 16 grammes, furent traitées par l'eau distillée à chaud, et le tout fut jeté sur un filtre dont le poids était connu. Après avoir bien lavé la partie insoluble restée sur le filtre, j'évaporai à sec la liqueur filtrée; le résidu que j'obtins était du carbonate de potasse et pesait 8 grammes. Ce poids de carbonate de potasse donne l'équivalent de 11,68 d'azotate de potasse; c'est donc cette quantité que renferme, pour 100, la plante à l'état sec, proportion relativement considérable.

» La partie insoluble restée sur le filtre devait me donner, après dessiccation, un poids égal à celui du carbonate de potasse obtenu, soit 8 grammes, pour reconstituer le poids total des 16 grammes de cendre provenant de l'incinération de 100 grammes de la plante. Je retrouvai, après vérification, le poids intégral.

» Après un traitement convenable, j'ai pu constater, dans la partie terreuse ou insoluble, la présence d'une faible quantité de phosphate; le reste se composait de chaux, d'oxyde de fer, d'alumine et de silice.

» L'*Amarantus Blitum* contient beaucoup de pectine, dont il faut, afin d'obtenir la cristallisation de l'azotate de potasse, débarrasser préalablement la liqueur provenant de la décoction de la plante. Pour cela, il faut filtrer la liqueur obtenue et l'évaporer à moitié ou aux deux tiers de son volume; par le refroidissement, elle se prend en une gelée, que l'on traite par l'alcool pour en précipiter la pectine ou parapectine. Le liquide alcoolique étant filtré, on en retire l'alcool par la distillation, on concentre convenablement dans une capsule ce qui reste de la liqueur; le refroidissement donne l'azotate de potasse cristallisé. 500 grammes de la plante sèche m'ont donné 45 grammes de parapectine desséchée à 100 degrés.

» La plante sèche, traitée par l'alcool à chaud, donne une solution de la matière verte des feuilles, d'une couleur verte magnifique, qui paraît n'éprouver aucune action de la part de la lumière solaire. Depuis plus de deux ans, je conserve cette liqueur dans un flacon exposé au soleil et sa belle nuance verte n'a pas changé. Peut-être, en raison de cette solidité, pourrait-elle recevoir quelque application.

» On voit, d'après ce que je viens d'exposer, que l'*Amarantus Blitum*

peut fournir un engrais des plus puissants, par la quantité relativement grande d'azotate de potasse que cette plante renferme et qui en fait, en quelque sorte, une nitrière végétale. La quantité de 10 à 12 pour 100 d'azotate contenu dans la plante donne, pour chaque kilogramme, 15 à 16 grammes d'azote et de 50 à 55 grammes de potasse; donc $1\frac{1}{2}$ kilogramme équivaut à 250 grammes de guano, dose employée habituellement pour fumer un cep de vigne. Cette plante aurait sur le guano un avantage appréciable, surtout pour l'amendement de la vigne, à cause de la grande quantité de potasse qu'elle peut fournir, la potasse étant un élément d'une importance capitale pour la formation du bitartratre de potasse.

» Cette plante croît à l'état sauvage à peu près dans tous les terrains, et, d'après mon estimation, elle pourrait, étant cultivée dans une bonne terre, produire de 8 à 10000 kilogrammes à l'hectare, ce qui représenterait, pour un même terrain, une quantité d'azote de 128 à 160 kilogrammes, et 400 à 500 kilogrammes de potasse; elle acquiert toute sa croissance dans l'espace de deux à trois mois, et produit, en grande abondance, une graine qui est petite, noire, très-brillante et de forme lenticulaire.

» Si, par un cas imprévu, qui semble peut être inadmissible aujourd'hui, mais qui pourrait néanmoins se présenter, il devenait impossible de recevoir de l'Inde, d'où nous le tirons maintenant, l'azotate de soude qui, transformé en azotate de potasse, sert à la fabrication de la poudre à canon, on obtiendrait par la culture de l'*Amarantus Blitum*, en trois mois, 1000 à 1200 kilogrammes d'azotate de potasse par hectare, et cette plante serait peut-être appelée à rendre un service analogue à celui que la betterave rendit pour le sucre lors du blocus continental. La quantité de nitre qu'elle renferme est telle qu'il suffit de placer sur des charbons ardents quelques fragments de la plante, à l'état sec, pour la voir fuser comme le salpêtre.

» L'*Amarantus Blitum* trouve-t-il l'acide azotique tout formé dans le sol sur lequel il croît, ou bien peut-il le former de toutes pièces en absorbant les éléments de l'air et les combinant sous l'influence des bases, potasse et chaux, puisées dans le sol. On rencontre dans la science deux opinions différentes : la première admet que l'azote libre de l'atmosphère n'est pas assimilé directement par les plantes; la seconde, au contraire, admet que l'azote atmosphérique non combiné est une des sources les plus considérables où les végétaux puisent l'azote indispensable à leur développement.

» Au printemps dernier, le terrain que je destinais à mes expériences

fut rendu meuble, c'est-à-dire bêché à 25 centimètres de profondeur. Chaque fois qu'une végétation quelconque y apparaissait sur le terrain, surtout l'*Amarantus Blitum*, avant que la plante eût atteint quatre feuilles, elle était arrachée. Ce soin fut continué durant tout l'été, et le terrain fut constamment tenu en bon état d'ameublissement, afin d'être capable de retenir tout ce que la pluie tombée jusqu'au mois de septembre pouvait contenir, notamment l'acide azotique et l'ammoniaque, qui se forment sous l'influence de l'électricité.

» J'avais préparé un appareil de lévigation par déplacement, portant son filtre, et dans lequel je pouvais opérer sur un quart de mètre cube de terre (2500 décimètres cubes). Je chargeai l'appareil d'une portion de terre préparée, ainsi que je l'ai dit plus haut, en levant une couche de 20 centimètres d'épaisseur sur toute la surface du terrain, je versai sur cette terre 100 litres d'eau, quantité qui venait baigner la surface de 2 centimètres et je la laissai séjourner vingt-quatre heures. Au bas de mon appareil se trouvait un robinet d'écoulement, et à mesure que je recueillais 10 litres d'eau filtrée et écoulée, je versais sur la terre une même quantité d'eau nouvelle. J'avais organisé la filtration de façon que l'écoulement fût très-lent et que l'évaporation des 10 litres recueillis pût se faire simultanément; de la sorte, je fis passer, sur le quart de mètre cube de terre, 120 litres d'eau qui furent évaporés avec soin.

» La partie solide ou saline provenant de l'évaporation à sec des 120 litres de lessivage pesait 210 grammes. Ces 210 grammes furent soumis par parties à des essais multiples, par les méthodes les plus sensibles, pour y rechercher la présence d'azotates de potasse, de chaux ou d'ammoniaque; il fut impossible d'y déceler une quantité appréciable d'azotate. J'avais pourtant choisi, pour mon expérience, un terrain où la plante apparait habituellement en abondance, et l'*Amarantus Blitum*, recueilli sur une platebande ménagée à côté, m'a fourni la proportion attendue d'azotate de potasse, c'est-à-dire de 10 à 12 pour 100 du poids de la plante à l'état sec.

» Le résultat de ces expériences est donc conforme à l'opinion d'après laquelle les plantes qui ont besoin de beaucoup d'azote le puisent pour la plus grande partie dans l'air atmosphérique, et cela à l'état libre et non combiné.

» Une considération qui paraît être en faveur de cette opinion peut être invoquée ici. En Agronomie on estime à 27 kilogrammes par hectare et par an la quantité d'azotate combiné, d'origine atmosphérique, que les végétaux peuvent s'assimiler. Or un hectare de terrain pouvant produire 10000 kilo-

grammes d'*Amarantus Blitum*, ce poids de la plante à l'état sec représente 160 kilogrammes d'azote. Comme la plante a terminé toute sa croissance dans l'espace de trois mois au plus, elle n'aurait dû pouvoir fixer que le quart des 27 kilogrammes d'azote ayant cette origine. On peut admettre néanmoins que cette végétation, qui se produit de mai en juillet, époque la plus favorable à la formation de l'azote combiné, puisse fixer non-seulement le quart, mais la moitié des 27 kilogrammes, c'est-à-dire 13kg,500, qu'il faudrait déduire des 160 kilogrammes que la plante renferme à l'état d'azotate. Il resterait encore à rechercher l'origine d'environ 146 kilogrammes d'azote.

» On suppose que l'azote des plantes est fourni par le sol, probablement à l'état combiné, et par les fumiers ou engrais introduits dans le terrain; mais comme le terrain sur lequel a poussé l'*Amarantus Blitum* n'a reçu aucun engrais, comme une partie de ce même terrain, où je n'ai laissé croître ni cette plante, ni aucune autre, ne m'a donné à l'analyse aucune quantité appréciable d'azotate, je dois conclure que les 146 kilogrammes d'azote renfermés dans la plante ont pour origine l'azote libre de l'atmosphère, et que cette plante est douée de la faculté de le combiner avec l'oxygène, sous l'influence des bases alcalines qu'elle puise dans le sol. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations météorologiques en ballon;* par M. G. TISSANDIER.

(Commissaires : MM. Becquerel, Edm. Becquerel, Fizeau.)

« Hier dimanche, 16 février, je suis parti en ballon de l'usine à gaz de la Villette, à 11h20m, accompagné de mon frère, Albert Tissandier, et de cinq autres voyageurs. Le ballon le *Jean-Bart*, qui cube 2000 mètres, et que M. Rampont, Directeur général des Postes, a bien voulu mettre à notre disposition pour continuer nos expériences aérostatiques, était gonflé de gaz de l'éclairage (1). Il s'est élevé lentement, se dirigeant vers le sud-ouest et n'a pas tardé à s'enfoncer dans une épaisse couche de nuages qui s'étendait au sein de l'atmosphère, comme une immense nappe de vapeurs, à l'altitude de 1200 mètres.

(1) Le gonflement de l'aérostat a été opéré avec beaucoup d'habileté et de précision par M. Jules Godard. Nous devons ajouter que nos expériences nous sont facilitées par la direction de la Compagnie parisienne, qui nous prête un utile concours avec la plus gracieuse obligeance. Nous remercions aussi M. Cury, directeur de l'usine de la Villette, dont le dévouement à l'aérostation est au-dessus de tout éloge.

» Dix minutes environ après notre départ, nous avions déjà traversé les nuages. L'aérostat plane bientôt au-dessus d'un véritable océan de vapeurs, que les rayons solaires éclairent avec une intensité de lumière vraiment extraordinaire. Le ciel, au-dessus de nos têtes, est d'un bleu foncé; il s'étend en un dôme d'azur sur un véritable plateau de cumulus arrondis, prenant l'aspect d'une mer de glace en pleine lumière.

» Pendant trois heures consécutives, nous avons plané à 400 mètres environ au-dessus de cette couche de nuages, où l'ombre du ballon s'est constamment projetée, entourée d'auréoles lumineuses d'un spectacle incomparable. Nous avons observé trois aspects différents de ces effets d'optique. A l'altitude de 1350 mètres, l'ombre du ballon n'avait pas d'auréole extérieure; celle-ci était seulement visible autour de la nacelle. A 1700 mètres, l'ombre, plus petite, était encadrée d'un arc-en-ciel circulaire, formant comme un cadre irisé d'une forme elliptique; enfin, au même niveau, nous avons vu plus tard trois auréoles concentriques, parfaitement nettes, se dessiner sur l'océan des nuages autour de notre ombre. Dans tous les cas, le violet était intérieur et le rouge extérieur; mais le bleu et l'orangé étaient beaucoup plus apparents que les autres couleurs du spectre.

» La température était très-élevée; le thermomètre a accusé jusqu'à 17°,5 centigrades au-dessus de zéro; les rayons solaires étaient d'une ardeur extraordinaire et par moment nous brûlaient le visage. Nous avons maintenu l'aérostat pendant trois heures au-dessus des nuages; son altitude a varié de 1400 à 2000 mètres, hauteur maximum que nous avons atteinte.

» A $1^h 20^m$, nous avons dévidé un long fil de cuivre, de 200 mètres de long, que nous avons laissé pendre sous l'aérostat; sa partie inférieure était terminée en pointe; sa partie supérieure, attachée à la nacelle et isolée dans un tube de caoutchouc, était terminée d'une boule de cuivre. En approchant un électroscope de cette boule, les feuilles d'or se sont brusquement séparées l'une de l'autre; nous avons constaté, à l'aide d'un bâton de cire, que l'électricité ainsi manifestée était négative.

» A $2^h 15^m$, l'aérostat, descendu à des niveaux inférieurs, ne tarde pas à sillonner la surface des nuages au-dessus desquels il avait si longtemps plané. Le fil de cuivre plonge dans leur sein. Nous sommes à 1350 mètres de hauteur; j'approche mon doigt de la boule métallique, une étincelle jaillit, faisant entendre un bruissement énergique. L'intensité électrique était assez considérable pour faire éprouver à quelques-uns d'entre nous une violente commotion dans l'avant-bras. Ce phénomène s'est manifesté durant une

demi-heure, pendant tout le temps que l'aérostat était entouré de nuages.

» A 2h 25m, nous pénétrons à 1200 mètres d'altitude dans le massif des nuages. Le froid nous saisit avec d'autant plus d'énergie que nous avons été exposés pendant trois heures à l'action d'un soleil ardent. Des vapeurs blanches, opalines cachent la vue de l'aérostat suspendu sur nos têtes; le thermomètre marque bientôt — 2°, et un givre abondant se dépose sur nos cordages. Le fil de cuivre donne de vives étincelles, et presque instantanément il se couvre d'une couche épaisse de paillettes de glace, d'un aspect adamantin. Ces petits cristaux, sans tomber des vapeurs qui nous environnent, paraissent prendre spontanément naissance sur les parois de la nacelle, sur nos vêtements et jusque dans notre barbe.

» A 2h 45m la terre apparaît à nos yeux; elle est couverte de neige. Nous passons en vue de La Loupe, au-dessus du plateau de Montireau. Le ballon descend d'abord lentement et se rapproche peu à peu de la surface du sol. Le baromètre marque encore une altitude de 300 mètres, quand mon frère me crie tout à coup que notre corde traînante qui n'a que 100 mètres de long touche terre. Le plateau de Montireau est situé, en effet, à 200 mètres au-dessus du niveau de la mer. La condensation du gaz, due au refroidissement du nuage à glace que nous avons traversé, fait seulement sentir son action.

» Le lieu de notre descente est Montireau, canton de La Loupe (Eure-et-Loir); il est à une distance de Paris de 120 kilomètres, que nous avons parcourus dans un espace de temps de 3h 45m.

» Dans ce voyage aérostatique, nous avons eu l'heureuse fortune de reprendre avec succès l'expérience que Gay-Lussac avait tentée sur l'électricité atmosphérique. Mais notre fil de cuivre avait une longueur bien plus grande que celui dont s'était servi l'illustre physicien; c'est ce qui nous a permis d'obtenir une manifestation électrique beaucoup plus sensible. Nous avons confirmé l'observation de M. Barral, sur le nuage à glace, qu'il avait traversé en ballon à une hauteur considérable dans l'atmosphère; je crois que la masse de vapeurs à cristaux de glace où nous nous sommes trouvés plongés dans notre voyage est de même nature. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Note sur deux dodécaèdres antiques du Musée du Louvre;* par M. L. Hugo. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Roulin, auxquels l'Académie des Inscriptions sera priée d'adjoindre deux de ses membres.)

« Je demande à l'Académie la permission de lui signaler l'existence, dans la salle des Bronzes antiques du Louvre, de deux *dodécaèdres réguliers*, présentant à leurs vingt sommets autant de pieds sphériques. Ces pièces sont entrées dans la collection en 1825, comme faisant partie du cabinet Durand (nos 4270 et 4271), mais je n'ai pu encore parvenir à consulter le catalogue primitif qui en indiquerait peut-être l'origine et la destination présumée.

» La théorie géométrique des cinq corps réguliers a joué un grand rôle dans l'école pythagoricienne et platonicienne, comme on le sait par le *Timée* de Platon (1); mais ici chacun des deux objets en question, d'après les mesures que j'en ai prises, me paraît avoir eu une destination technique, et non pas décorative ou symbolique; en effet les ouvertures circulaires des dix faces du pourtour sont de trois ou peut-être quatre diamètres différents, dont la succession se retrouve presque dans le même ordre dans nos deux objets, comme on le voit en étudiant le dessin ci-joint que j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie.

» Ces dodécaèdres de bronze étaient sans doute traversés par une hampe dont les entrées occupent les deux faces restantes, et il est difficile de ne pas y voir des objets métrologiques, des *calibres* (2) peut-être pour le jaugeage, peut-être monétaires, pour apprécier la dimension des flans.

» Au premier coup d'œil jeté sur ces bronzes, on peut juger qu'ils sont de deux modules un peu différents, ayant respectivement 80 et 70 millimètres de hauteur totale. Les plus grandes ouvertures ont 32 millimètres et $28^{m},5$ de diamètre; les plus petites, $11^{mm},5$ et 10 millimètres.

» Si deux pièces de cette catégorie existent au Musée du Louvre (je me

---

(1) *Voir* Th. H. Martin de Rennes, *Études sur le Timée*, ainsi que le treizième livre de l'Encyclopédie euclidienne.

(2) Ce mot de *calibre* nous reporte involontairement à l'usage et à l'invention des armes à feu, et, comme en matière de bronzes il y a souvent des réserves à faire, on peut se demander s'ils ne seraient pas des ustensiles du xve et du xvie siècle, ou peut-être des objets produits par la civilisation si habile et si ingénieuse de l'extrême Orient; d'autre part, seraient-ce des objets ayant servi soit au jeu, soit à la divination?

suis assuré qu'il ne s'en trouve pas au Cabinet des Médailles), on peut espérer en rencontrer d'autres dans les diverses collections de l'Europe, et dans ce cas l'attribution serait plus certaine et plus facile. »

M. A. **Brachet** adresse deux petites lentilles, en rubis-spinelle coloré, destinées à servir comme lentilles objectives de microscope. Ces lentilles, taillées par M. Verich, permettraient, en les employant comme première lentille objective, d'obtenir des résultats supérieurs à ceux que donne le crown : ce constructeur désirerait qu'on pût lui fournir les éléments nécessaires pour construire une série complète, présentant une première lentille en rubis-spinelle ou en corindon incolore, semblable aux échantillons obtenus par Ebelmen ; il croit pouvoir ainsi, avec une longueur locale plus grande que d'ordinaire, obtenir un aplanétisme bien supérieur.

(Renvoi à la Section de Physique, à laquelle M. Robin est prié de s'adjoindre.)

M. **Beaudet** adresse une Note concernant un procédé de culture de la vigne dans de grands pots de terre. L'emploi de pots de terre cuite, de 40 à 50 centimètres de profondeur, enfouis à fleur du sol, aurait, suivant l'auteur, un certain nombre d'avantages. Il conserverait autour des racines une humidité suffisante pendant l'époque de la croissance; il conserverait également les principes fertilisants des engrais, qu'on pourrait renouveler moins souvent; il hâterait le développement et la maturation du raisin; il empêcherait le ravage produit autour des racines par les grandes pluies, et dispenserait de fossoyer les allées intermédiaires entre les rangées de ceps; il faciliterait l'arrachage des pieds épuisés, etc.

M. T. **Dufour** adresse un Mémoire concernant la maladie de la vigne.

Ces deux Communications sont renvoyées à la Commission du *Phylloxera*.

M. E. **Miniac** adresse une nouvelle Note relative à son système de navigation aérienne, fondé sur l'emploi de la tension de l'ammoniaque liquide comme force motrice.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. G. **Perry** adresse à l'Académie des Notes prises au cours de Lamé et relatives à diverses questions de Physique mathématique.

Ces Notes seront soumises à l'examen de M. Bertrand.

M. G. **de Coninck** adresse une Note relative à une relation entre les inondations et l'éruption du Vésuve.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Ch. Sainte-Claire Deville.

M. A. **Javalles** adresse, de Naples, une Lettre concernant les origines du système métrique, sur lesquelles il désirerait obtenir quelques documents.

Cette Lettre sera transmise à M. Faye.

M. **Lhéritier** adresse une Note relative à la quadrature du cercle.

On fera savoir à l'auteur que, conformément à une décision ancienne, les Communications sur ce sujet sont considérées comme non avenues.

CORRESPONDANCE.

M. **le Ministre de la Guerre** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le tome XXVIII (3e série) du Recueil des Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires.

M. **le Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse les tomes LXXIV à LXXVIII de la Collection des brevets d'invention, et divers numéros du Catalogue.

M. **le Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Note de M. *Hébert*, intitulée : « Documents relatifs au terrain crétacé du Midi de la France ». (Extrait du Bulletin de la Société géologique de France, 20 mai 1872.)

2° Une brochure de M. *P. Bouniceau*, intitulée : « Le chemin direct de l'Orient ou de Londres à Shang-Haï ».

M. le colonel H. **Levret** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place de Géographe, actuellement vacante au Bureau des Longitudes.

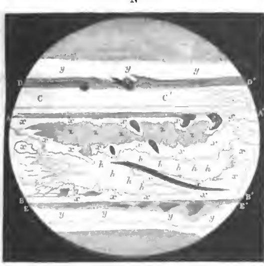
(Renvoi à la future Commission.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques phénomènes particuliers offerts par la planète Jupiter pendant le mois de janvier* 1873; Note de M. **Tacchini**.

« Palerme, 31 janvier 1873.

» La planète Jupiter continue à montrer à sa surface des particularités assez curieuses. Je me permets de vous envoyer un dessin que j'ai exécuté pendant la nuit du 28 janvier 1873, à $11^h 11^m$. Les conditions d'observation étaient très-bonnes, l'atmosphère pure et tranquille, et la planète très-élevée sur l'horizon. Comme l'indique le croquis, la planète n'est pas sillonnée de bandes nombreuses, régulières; mais sa surface est divisée par des zones bien marquées et larges, dont la plus accidentée est celle qui est comprise entre les parallèles AA' et BB'.

N



S

» Les parties blanches de cette zone étaient très-vives, comme argentées; elles correspondent aux lettres *xxx*.... de la figure. Il y avait également des taches noires, entourées de la même substance blanche; elles ressemblaient à de petites taches solaires, avec des facules prononcées, et en bas une espèce de *ʃ* très-allongée, qui, par son contour blanc, se projetait sur un fond de couleur rose *hh*.... La région *zz*... était légèrement grisâtre;

toutes les autres parties désignées par *yy*... étaient d'un blanc vif; la zone CC' était grisâtre comme *zz*, et près du bord, entre les lignes obscures DD' et EE', la surface se montrait couverte de nuages blanchâtres; enfin les deux calottes polaires étaient faiblement cendrées.

» En comparant mes dessins exécutés pendant l'année 1872 et le dessin actuel avec ceux de 1867 et 1871, on voit que la planète se trouve dans une période particulière d'activité qui mérite d'être étudiée, et je prie les observateurs qui ont les instruments nécessaires de vouloir bien étudier le spectre de cette planète pendant cette période de variabilité. »

GÉOMÉTRIE. — *Classification des courbes du sixième ordre dans l'espace;* Note de M. Ed. Weyr, présentée par M. Chasles.

« Les diverses espèces des courbes dans l'espace des cinq premiers ordres ont été énumérées par M. *Salmon* (*Cambridge and Dublin Math. Journal*, t. V, p. 23), et par M. *Cayley* (*Comptes rendus*, t. LVIII, p. 994). Je tâcherai de faire connaître les espèces des courbes du sixième ordre, tout en suivant la marche de ces géomètres.

» D'abord je remarque que par toute courbe du sixième ordre C_6 non plane doit passer une surface propre cubique ou une surface propre du second degré. Car si l'on mène par 19 points de C_6 une surface cubique, cette surface contiendra C_6 tout entière et sera, ou bien surface propre du troisième degré, ou bien l'ensemble d'une surface du second degré et d'un plan; dans ce dernier cas la courbe C_6 étant supposée non plane sera sur la surface du second ordre.

» Toute courbe C_6 plane sera donc l'intersection complète d'une surface du second ordre par une surface cubique, ou bien elle sera une courbe située sur une surface cubique, et n'étant sur aucune surface du second degré, ou enfin ce sera une courbe sur une surface du second ordre, qui n'est située sur aucune surface cubique. Nous désignerons ces trois classes des courbes du sixième ordre par les symboles (2, 3), (3) et (2).

» Si par une courbe du sixième ordre non plane ne passe aucune surface propre du quatrième ordre, cette courbe appartient nécessairement à la classe (2). Car si l'on prend 25 points sur une telle courbe C_6 et 9 points dans l'espace, par ces 34 points passera une surface du quatrième ordre qui contiendra la courbe C_6 tout entière; cette surface, n'étant pas propre, se décomposera en deux surfaces du second ordre, dont l'une passera par la courbe C_6 et l'autre par les 9 points pris arbitrairement dans l'espace. De plus une telle courbe du sixième ordre ne pourrait être de

la classe (2, 3), donc elle entrera dans la classe (2). On conclut de là que toute courbe du sixième ordre et de la classe (3) est située sur une infinité des surfaces propres du quatrième degré. Enfin il est aisé de voir que par toute courbe du sixième ordre non plane C_6 passent des surfaces propres du cinquième ordre. Choisissons pour cela, sur C_6, 31 points, et prenons 24 points dans l'espace; par ces 55 points passera une surface du cinquième ordre, qui, en général, ne peut pas se décomposer en surfaces d'un ordre moins élevé, puisque par les 24 points arbitraires ne peut point passer une surface cubique ou une surface du second ordre.

» On voit donc, que toute courbe du sixième ordre (3) peut être engendrée par l'intersection d'une surface cubique par une surface du quatrième degré, et que les courbes de la classe (2) font partie de l'intersection d'une surface du second ordre par une surface du quatrième ou du cinquième ordre.

» En faisant usage des considérations émises par M. Cayley sur les courbes dans l'espace (*Comptes rendus*, t. LIV et LVIII), on remarque que le nombre des points doubles apparents d'une courbe du sixième degré, non plane et propre, est au moins 6; la limite supérieure est évidemment 10. Il serait inutile de démontrer successivement qu'il n'y a pas de courbes du sixième ordre à 1, 2, 3, 4 ou 5 points doubles apparents; il suffira de prouver cette assertion pour les deux derniers cas.

» Soit donc C_6 une courbe du sixième ordre non plane et à 4 points doubles apparents. Ses équations peuvent être supposées sous la forme $U_6 = 0$, $W = \frac{P_5}{Q_4}$; U, P et Q étant des fonctions entières et homogènes des trois coordonnées x, y, z du degré indiqué par l'indice. Si nous faisons abstraction de la quatrième coordonnée homogène w, les équations $U_6 = 0$, $P_5 = 0$, $Q_4 = 0$ représenteront trois courbes *propres* des ordres 6, 5 et 4. La courbe U_6 aura quatre points doubles O_1, O_2, O_3, O_4 (correspondant aux quatre points doubles apparents de la courbe C_6 vue du point $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$), par lesquels doivent passer P_5 et Q_4. Cette dernière courbe coupera U_6 encore en 16 points $M_1, \ldots, M_{16}$, qui seront aussi situés sur P_5. Les vingt points $O_1, \ldots, O_4$, $M_1, \ldots, M_{16}$ constitueraient l'intersection complète des courbes P_5 et Q_4. Pour montrer que cela ne peut pas se faire, menons par les points O_1, O_2, O_3, O_4 une conique quelconque $R_2 = 0$.

» Considérons alors les deux courbes du sixième degré $U_6 = 0$ et $Q_4 R_2 = 0$; ces courbes rencontrent la courbe P_5 aux mêmes points $6.5 - \frac{1}{2}(5 - 1)(5 - 2) = 24$ points $O_1\, O_1\, O_2\, O_2\, O_3\, O_3\, O_4\, O_4\, M_1\, M_2 \ldots M_{16}$;

donc elles coupent P_5 aux mêmes points : c'est-à-dire que la conique indéterminée R_2 devrait passer par les 6 points $U_6 = o$, $P_5 = o$ qui ne sont pas sur Q_4, ce qui serait absurde. Ce raisonnement présuppose la condition que les points $O_1, \ldots, M_{16}$ soient des points simples pour la courbe P_5; quant aux points $M_1, \ldots, M_{16}$, on peut toujours les supposer simples, ces points n'étant nullement fixés par la courbe menée dans l'espace. Si l'un des points O, par exemple O_1, était point double de la courbe P_5, il devrait être aussi point double Q_4, à moins qu'on ne suppose qu'il soit un des 6 points $w = o$ de C_6, ce qui serait inutile, parce qu'on peut toujours éviter un pareil cas par un simple changement du plan $w = o$. La courbe Q_4, ayant donc un point double en O_1 et passant par $O_2\, O_3\, O_4$, rencontrera U_6 en 14 autres points $M_1, \ldots, M_{14}$. Les points $O_1, \ldots, M_{14}$, qui doivent appartenir aussi à P_5, représenteront alors 21 points communs aux courbes P_5 et Q_7, ce qui est impossible, puisqu'elles peuvent être supposées propres.

» On démontre, de la même manière, qu'il n'y a pas de courbes du sixième ordre à 5 points doubles apparents; seulement, dans ce cas, la conique R_2 passant par 5 points doubles $O_1, \ldots, O_5$ de U_6 sera déterminée, et en faisant usage du théorème de *Plucker* déjà employé, on arrivera à la certitude que R_2 devra passer par les 6 points $w = o$ de la courbe en espace C_6. De cette manière, R_2 aurait $2.5 + 6 = 16$ points communs à la courbe U_6, ce qui ne peut se faire. Cette démonstration cesse d'être exacte si l'on suppose que l'un des points O, par exemple O_1, soit point double de la courbe P_5; mais, dans ce cas, O_1 sera aussi point double pour Q_4, et cette courbe, menée par $O_2\, O_3\, O_4\, O_5$, coupera U_6 encore en 21 points $M_1, \ldots, M_{12}$. Les points $O_1, \ldots, O_5$, $M_1, \ldots, M_{12}$ représenteront alors les 20 points $P_6 = o$, $Q_4 = o$. Soient J, K, L, 3 des 6 points $w = o$ (qui se trouvent donc sur les courbes U_6 et P_5, sans être situés sur Q_4), et soit $R_2 = o$ l'équation de la conique menée par $JKLO_2\,O_3$; de plus, soit $R_1 = o$ l'équation de la droite $O_2\,O_3$. Alors les trois courbes du sixième ordre $U_6 = o$, $P_5\,R_1 = o$, $Q_4\,R_2 = o$ possèdent, en $O_1\,O_2\,O_3$, des points doubles, et en $O_4\,O_5\,M_1, \ldots, M_{12}$ JKL des points simples, ce qui équivaut à 26 conditions; comme $26 = \frac{6(6+3)}{2} - 1$, il faudrait que ces trois courbes eussent les mêmes points d'intersection, ce qui est évidemment impossible, toutes les courbes en question étant propres.

» Passons aux courbes du sixième ordre à six points doubles apparents. Soit C_6 une telle courbe et soient $U_6 = o$, $w = \frac{P_5}{Q_4}$ ses équations. U_6 sera une courbe à six points doubles $O_1, \ldots, O_6$, par lesquels passeront les

courbes P_5 et Q_4, et elle pourra encore avoir un, deux, trois ou quatre points doubles au point de rebroussement, ce qui donne quatorze sous-espèces (voir SALMON, *loc. cit.*, p. 39); mais comme ces points sont tout à fait indifférents à notre raisonnement, tout ce qui suit s'appliquera également à chaque sous-espèce. La courbe Q_4 coupera U_6 encore en douze points $M_1, \ldots, M_{12}$, par lesquels doit aussi passer P_5; cette dernière courbe déterminera sur U_6 les six points $w = 0$ de C_6, et sur Q_4 deux points M_{13}, M_{14}, qui ne seront pas sur U_6. On peut prouver directement qu'il y a des courbes propres du cinquième degré qui passent par les dix-huit points $O_1, \ldots, O_6$, $M_1, \ldots, M_{12}$, de Q_4; en voici un exemple. Soient $O_1, \ldots, O_6$ six points du plan $w = 0$ et désignons par le symbole $(ik) = 0$ l'équation de la droite O_iO_k.

» Si l'on pose

$$U_6 = (12)(34)(56)(13)(25)(46) + (14)(26)(35)(15)(24)(36)$$

$$Q_4 = A_1(12)(34)(56) + B_1(14)(26)(35)$$

$$P_5 = C_1Q_4 + D_1[(15)(24)(36)A_1 - (13)(25)(46)B_1]$$

A_1, B_1, C_1, D_1 étant des fonctions de la forme $ax + by + cz$, on remarque facilement que les courbes propres U_6, P_5 et Q_4 remplissent les conditions énumérées. Donc il y a des courbes du sixième ordre à six points doubles apparents; l'existence des courbes à sept, huit, neuf ou dix points doubles apparents devient alors évidente.

» Une courbe du sixième ordre située sur une surface du second ordre est une courbe à six, sept ou dix points doubles apparents. Soit C_6 une courbe située sur une surface du second ordre et A un point de cette surface qui n'est pas sur C_6; soit AB une droite qui rencontre C_6 en deux points; cette droite, ayant trois points communs avec la surface du second ordre, sera une génératrice de cette surface. Donc sur les deux génératrices menées par A se trouvent tous les points multiples apparents de la courbe C_6 vue du point A. Supposons : 1° que C_6 coupe les génératrices d'un système en cinq points et celles de l'autre en un point, alors la courbe C_6 vue du point A aura un point quintuple apparent, ce qui équivaut à dix points doubles apparents; 2° que C_6 coupe les génératrices de la surface du second ordre en quatre et en deux points, respectivement; C_6 aura un point quadruple et un point double apparent, qui représentent sept points doubles apparents; 3° que C_6 coupe chaque génératrice de la surface en trois points; en ce cas la courbe C_6 aura deux points triples apparents qui équivaudront à six points doubles apparents. Si donc une courbe C_6 se trouve sur une surface

du second ordre, elle possède six, sept ou dix points apparents; c'est-à-dire que les courbes du sixième ordre des deux classes (2, 3) et (2) ont six, sept ou dix points doubles apparents. Par une courbe du sixième ordre à huit ou neuf points doubles apparents ne peut donc jamais passer une surface du second ordre; une telle courbe appartient donc toujours à la classe (3) et se présente comme une partie de l'intersection d'une surface cubique par une surface du quatrième ordre.

» Cela étant prouvé, il n'est pas difficile d'énumérer toutes les espèces des courbes du sixième ordre. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Théorie mathématique des expériences de Pinaud, relatives aux sons rendus par les tubes chauffés;* Mémoire de M. **J. Bourget**, présenté par M. Bertrand. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« M. Pinaud, professeur de Physique à Toulouse, a étudié, en 1835 (1), un phénomène acoustique intéressant, qui se produit quand on laisse refroidir un tube thermométrique à l'extrémité duquel est soufflée une boule. Si, après avoir chauffé assez fortement la boule, on la retire de la flamme, l'air extérieur en rentrant par le tube produit un son très-pur.

» Pinaud a étudié la liaison qui existe entre la hauteur du son produit et les divers éléments de l'appareil. Dans son Mémoire, il formule ainsi les trois lois générales auxquelles il est arrivé :

» 1° *Le son produit dans un tube de verre terminé par une boule échauffée est d'autant plus grave que le tube est plus long, toutes choses égales d'ailleurs.*

» 2° *La longueur et le diamètre du tube restant les mêmes, le son est d'autant plus grave que la boule qui termine le tube a un plus grand diamètre.*

» 3° *Toutes choses égales d'ailleurs, le son produit est d'autant plus aigu que le tube a un plus grand diamètre,*

» Les expériences de Pinaud ont été répétées d'abord par C. Marx (2), puis par un physicien allemand, M. Sondhaus (3). Ce dernier a trouvé les lois exactes des tubes de Pinaud, et il a donné une formule très-simple pour représenter le nombre n des vibrations doubles du son rendu. En nommant V le volume de la boule, l la longueur du tube thermométrique,

---

(1) *Institut*, t. III, p. 366, 1835.

(2) *Erdmann's Journal f. prakt. Chemie*, t. XXII, p. 129, 1841.

(3) *Annales de Poggendorff*, t. LXXXIX, p. 1, 1850. *Id.*, t. CXL, p. 53, 76, 219, 242.

S sa section, on a

$$n = C\sqrt{\frac{S}{Vl}},$$

C étant une constante égale, à peu près, à 52,2, si le mètre est pris pour unité de longueur. Cette formule est sensiblement d'accord avec l'expérience, mais pourtant purement empirique, car Sondhaus ne donne aucune raison qui la rattache à la théorie générale des mouvements vibratoires.

» Ce physicien a étudié le cas de plusieurs tubes soudés au même réservoir. Si une boule porte deux tubes égaux, aux extrémités d'un même diamètre, Sondhaus suppose qu'il se forme un plan nodal perpendiculaire à la ligne des tubes, et divisant la boule en deux parties égales, de volume $\frac{V}{2}$, de telle sorte qu'on doit avoir

$$n = C\sqrt{\frac{2S}{Vl}}.$$

Cette formule est encore d'accord avec l'expérience.

» Dans le cas où plusieurs tubes (S, l), (S', l'), (S'', l''),... sont soudés au même réservoir V, Sondhaus, se fondant sur le même principe, écrit, pour ce système complexe,

$$n = C\sqrt{\frac{\frac{S}{l} + \frac{S'}{l'} + \frac{S''}{l''} + \ldots}{V}}.$$

Les expériences qu'il rapporte pour trois et quatre tubes sont peu concluantes, mais la formule est bonne pour le cas de deux.

» Je me suis proposé de trouver les véritables lois des phénomènes observés par Pinaud et Sondhaus. Il est assez facile de les rattacher à la théorie générale des tuyaux sonores, en suivant les principes donnés par Duhamel dans son Mémoire *Sur les tuyaux à cheminée*. Les difficultés d'analyse qu'on rencontre sont à peu près celles du problème que j'ai traité *Sur le mouvement des cordes formées de plusieurs parties diverses de nature* (*Annales de l'École Normale*, 1re série, t. IV).

» Voici les résultats remarquables que j'ai obtenus :

» 1° Je suppose le réservoir cylindrique, au lieu de le supposer sphérique; je désigne par S sa section, l sa longueur; S' et l' sont la section et la longueur du tube thermométrique faisant suite au réservoir, a désigne la vitesse du son, λ une constante qui, divisée par 2π, donne le nombre des vibrations doubles. Pour déterminer λ et, par suite, $n = \frac{\lambda}{2\pi}$, il faut prendre

la plus petite racine de l'équation transcendante

$$\operatorname{tang}\frac{\lambda l}{a}\operatorname{tang}\frac{\lambda l'}{a}=\frac{S'}{S}.$$

La loi du phénomène est donc en réalité plus compliquée que ne le croyait Sondhaus. Toutefois, si nous supposons S' petit par rapport à S, nous pouvons remplacer les tangentes par les arcs eux-mêmes, et nous trouvons alors

$$n=\frac{a}{2\pi}\sqrt{\frac{S'}{Vl'}}.$$

C'est la formule même de Sondhaus et ce qui est intéressant, c'est que la constante de Sondhaus 52,2 soit bien égale à $\frac{330}{2\pi}=52,5$.

» 2° Le cas d'un réservoir (S' l') entre deux tubes (S, l) (S'', l'') est plus compliqué. La détermination de λ dépend de l'équation transcendante

$$\frac{1}{S}\operatorname{tang}\frac{\lambda l}{a}+\frac{1}{S'}\operatorname{tang}\frac{\lambda l'}{a}+\frac{1}{S''}\operatorname{tang}\frac{\lambda l''}{a}-\frac{S'}{SS''}\operatorname{tang}\frac{\lambda l}{a}\operatorname{tang}\frac{\lambda l'}{a}\operatorname{tang}\frac{\lambda l''}{a}=0.$$

Si nous supposons que S et S'' sont petits par rapport à S', et V' petit par rapport à V et V'', nous pouvons encore remplacer approximativement les tangentes par les arcs et nous obtenons l'équation très-simple

$$n=\frac{\lambda}{2\pi}=\frac{a}{2\pi}\sqrt{\frac{\frac{S}{l}+\frac{S''}{l''}}{V'}},$$

qui est précisément l'équation de Sondhaus.

» Ainsi ces formules, qui n'étaient qu'empiriques, peuvent être regardées comme théoriques, puisqu'elles donnent très-approximativement les mêmes nombres.

» L'extension naturelle de l'appareil de Sondhaus, d'après notre manière de voir, n'est pas un réservoir unique armé de plusieurs tubes, mais l'ensemble de deux réservoirs (S', l') (S''', l''') séparés par un tube (S'', l'') et entre deux autres tubes (S, l), (S^{IV}, l^{IV}). L'équation transcendante qui donne λ, dans ce cas et les suivants, est très-complexe. En la simplifiant, d'après les considérations qui précèdent, on trouve

$$n=\frac{a}{2\pi}\sqrt{\frac{\frac{S}{l}+\frac{S''}{l''}}{V'}+\frac{\frac{S''}{l''}+\frac{S^{\text{IV}}}{l^{\text{IV}}}}{V'''}},$$

qui conduit à des conséquences curieuses, que l'expérience peut vérifier.

» En particulier, si $\frac{S}{l} = \frac{S''}{l''} = \frac{S^{iv}}{l^{iv}}$ et si $V' = V''$, on a

$$n = 2\frac{a}{2\pi}\sqrt{\frac{S}{V'l}};$$

donc *l'appareil formé de trois tubes égaux et de deux réservoirs égaux rend l'octave de l'appareil formé d'un tube terminé par l'un des réservoirs fermé.* »

ACOUSTIQUE. — *Sur la mesure des intervalles musicaux*; Note de MM. **A. Cornu** et **E. Mercadier**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une série de Notes insérées aux *Comptes rendus* des 8 et 22 février 1869, 30 mai 1870, 17 juillet 1871 et 29 janvier 1872, nous avons donné les résultats de nos recherches sur les intervalles musicaux *harmoniques* et *mélodiques* de la gamme majeure. Nous avons étudié, à l'aide de la méthode précédemment décrite (*Comptes rendus*, 17 juillet 1871), les intervalles de la gamme mineure.

» Cette gamme n'est autre chose que l'ancien mode de *la* du plain-chant, dans lequel, après plusieurs modifications successives, on s'est contenté de substituer un *sol*♯ au *sol*, pour avoir au haut de la gamme une cadence identique à celle de la gamme majeure, ou, comme on dit en termes techniques, pour avoir *une sensible*.

» En admettant, comme tout le monde (ce qui sera d'ailleurs vérifié par nos résultats), que les intervalles de même nom sont les mêmes dans les deux gammes, majeure et mineure, nous donnons plus bas les nombres qui représentent ces intervalles dans le système de Pythagore et dans celui de Zarlin, universellement adopté jusqu'ici (gamme *naturelle* de M. Helmholtz).

» Une première série d'expériences, portant sur les sons *successifs* de l'accord parfait mineur, sur des fragments de mélodies mineures (1) sans modulations et sur des tierces mineures *harmoniques*, nous a donné les résultats inscrits dans la première partie du tableau ci-après.

» Une seconde série, destinée à étudier spécialement les intervalles très-importants de sixte et de septième mineures, a donné les résultats inscrits dans la deuxième partie du tableau.

» Enfin, dans la troisième partie, nous donnons les résultats d'expé-

(1) C'étaient : un fragment de l'air du 4e acte de la *Juive* (Halévy); le commencement de la *Romance du Saule* d'*Otello* (Rossini).

Tableau des expériences.

SÉRIES.		La.	Si.	Ut mélodique.	Ut harmonique	Ré.	Mi.	Fa.	Sol♯.	La.
1re SÉRIE......		1.000	"	1.184	1.213	"	1.496	"	"	2.009
		"	"	1.176	1.195	"	1.505	"	"	"
		"	"	1.186	1.210	"	1.500	"	"	2.012
		"	"	1.186	1.198	"	"	"	"	"
		"	"	1.185	1.200	"	"	"	"	1.995
		"	"	1.190	1.191	"	1.503	"	"	2.007
		"	"	1.188	1.191	"	1.500	"	"	2.004
		"	1.124	1.189	"	"	1.499	"	"	"
		"	1.120	1.189	"	1.339	"	"	"	"
		"	1.119	1.184	"	1.333	1.504	"	"	"
		"	"	1.184	"	"	"	"	"	"
		"	"	1.191	"	"	"	"	"	"
	Moyenn.		1.121	1.186	1.200	1.336	1.501	"	"	2.005
2e SÉRIE		1.000	"	"	"	"	1.503	1.571	"	"
		"	"	"	"	"	"	1.572	"	"
		"	"	"	"	"	1.506	1.589	1.908	1.995
		"	"	"	"	"	"	1.589	"	"
		"	"	"	"	"	1.495	1.586	1.900	2.010
		"	"	"	"	"	1.509	1.586	1.908	"
		"	"	"	"	"	1.502	1.574	1.889	1.996
		"	"	"	"	"	1.509	1.572	1.890	"
	Moyenn		"	"	"	"	1.504	1.581	1.899	2.000
3e SÉRIE......		1.000	1.122	1.186	"	1.330	1.498	1.597	"	"
		"	1.127	1.183	"	1.334	1.499	1.581	1.902	"
		"	1.125	1.188	"	1.337	1.497	1.581	1.906	2.001
		"	1.126	1.193	"	1.329	1.498	1.582	"	"
		"	1.125	1.188	"	"	"	"	"	"
	Moyenn.		1.125	1.187	"	1.333	1.498	1.583	1.904	2.001
MOYENNES GÉNÉRALES.		1.000	1.124	1.186	1.200	1.334	1.501	1.582	1.901	2.002
GAMME PYTHAGORICIENNE.		"	1.125	1.185*	"	1.333*	1.500	1.580*	1.898*	2.000
GAMME GÉNÉRALEMENT ADMISE.		"	1.125	1.200*	"	1.350*	1.500	1.600*	1.875*	2.000
VALEURS DU COMMA.		"	0.014	0.015	0.015	0.017	0.019	0.020	0.024	0.025

riences portant principalement sur tous les intervalles de la gamme mineure, expériences particulièrement précieuses parce qu'elles sont dues à l'obligeante collaboration d'un violoniste de grand talent, M. Ferrand, de l'Opéra-Comique, collaboration obtenue par l'intermédiaire de M. Lissajous.

» Ce tableau donne lieu aux observations suivantes :

» 1° En examinant les quatre dernières lignes, on voit que les moyennes générales coïncident avec les valeurs pythagoriciennes à une fraction de comma près absolument négligeable; elles diffèrent, au contraire, d'un comma des valeurs de la gamme de Zarlin généralement admise, notamment par M. Helmholtz (*voir* les quatre intervalles marqués d'un astérisque).

» 2° On voit qu'il y a deux valeurs de la tierce mineure, l'une *mélodique*, 1.185 ou $\frac{2^5}{3^3}$, conforme à la gamme pythagoricienne; l'autre *harmonique*, 1.200 ou $\frac{6}{5}$, résultat identique à celui que nous avons trouvé dans la gamme majeure.

» 3° Si l'on compare les moyennes de la troisième série provenant d'expériences, dues à un artiste distingué, à celles des deux autres séries faites avec le concours de simples amateurs, on voit que les différences en sont insignifiantes; d'où cette conclusion (qui résultait déjà de nos expériences précédentes sur la gamme majeure) que les intervalles que nous mesurons ne sont pas des intervalles *particuliers*, tels que pourraient les produire seuls des artistes d'élite, mais bien ceux qui résultent du jeu d'un instrumentiste quelconque jouant suffisamment juste.

» 4° Si l'on prend les différences entre chacune des valeurs ci-dessus et la moyenne générale, et puis la moyenne de ces écarts, on voit que ces écarts moyens ne dépassent pas $\frac{1}{3}$ de comma, résultat très-satisfaisant dans des expériences si délicates. Un seul intervalle fait exception, la tierce mineure harmonique, où l'écart moyen atteint presque un demi-comma; mais tous les musiciens savent la difficulté qu'il y a à produire un accord de tierce mineure parfaitement juste. D'autre part, si l'on compare, à ce point de vue, nos expériences sur la gamme mineure à celles sur la gamme majeure, on reconnaît qu'en général les écarts des moyennes sont un peu plus petits dans celles-ci que dans celles-là. Ce résultat est très-curieux, car il s'accorde parfaitement avec le sentiment des artistes, unanimes à attribuer aux mélodies du mode mineur un caractère flottant, un

peu vague et indécis, qui leur donne un charme spécial et caractéristique.

» En résumé, d'un premier groupe d'expériences aujourd'hui terminées sur les gammes majeure et mineure, nous croyons pouvoir conclure les propositions suivantes :

» Les intervalles musicaux font partie d'au moins deux systèmes de valeurs différentes, savoir :

» 1° Les intervalles employés dans les mélodies *sans modulations*, dont les valeurs concordent avec celles de la gamme dite *pythagoricienne :* leur expression générale très-simple est $2^m \times 3^n$, m et n étant des nombres entiers quelconques positifs ou négatifs;

» 2° Les intervalles entre des sons *simultanés*, employés dans les *accords*, bases de l'harmonie. Les accords de deux sons les plus simples et les plus usités, octave, quinte, quarte, tierce majeure, tierce mineure, sixtes (1) majeure et mineure, septième (déduite de l'accord de septième de dominante) (2), ont les valeurs suivantes :

$$2,\ \frac{3}{2},\ \frac{4}{3},\ \frac{5}{4},\ \frac{6}{5},\ \frac{5}{3},\ \frac{8}{5},\ \frac{7}{4}.$$

Ce sont des produits de puissances positives ou négatives de 2, 3, 5 et 7.

» Pour compléter l'étude des intervalles musicaux, il nous reste à examiner deux questions plus difficiles à résoudre que les précédentes : 1° l'influence des modulations sur les valeurs des intervalles mélodiques; 2° l'étude des intervalles harmoniques dans les accords de plus de deux sons. C'est là l'objet de nos recherches actuelles. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Observations relatives aux récentes Communications de MM.* D. Gernez *et* G. van der Mensbrugghe *sur les causes qui font cristalliser les solutions sursaturées* (3); Note de M. **L.-C. de Coppet**, présentée par M. Wurtz.

» Les consciencieuses recherches de MM. Ch. Violette et D. Gernez, confirmées par les expériences de M. H. Baumhauer (4) et d'autres chi-

(1) Nous concluons logiquement les valeurs de la quarte et des sixtes harmoniques, sur lesquelles nous n'avons pas fait d'expériences directes, des valeurs de l'octave, de la quinte et des tierces déterminées elles-mêmes directement.

(2) *Voir* les *Comptes rendus* du 22 février 1869.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1705 et t. LXXVI, p. 45.

(4) *Journal für praktische Chemie*, t. CIV, p. 449.

mistes, ont conduit ces savants aux conclusions suivantes : parmi tous les corps de la nature, il ne s'en est trouvé qu'un seul jusqu'à présent qui ait la propriété de faire cristalliser les solutions sursaturées de sulfate de soude : c'est le sulfate de soude ordinaire (sel de Glauber) hydraté (à 10 molécules d'eau) ou effleuri (anhydre); l'air atmosphérique n'agit sur la solution sursaturée de sulfate de soude que parce qu'il contient des poussières cristallines de sel de Glauber.

» Suivant MM. Tomlinson et van der Mensbrugghe, les poussières cristallines disséminées dans l'air ou en suspension dans les liquides à faible tension ne produisent pas la solidification comme telles, mais seulement parce qu'elles sont recouvertes de substances plus ou moins grasses. « Ce » qui démontre, dit M. van der Mensbrugghe, la justesse de cette explica- » tion, c'est que M. Tomlinson a prouvé directement que des cristaux chi- » miquement purs et de même nature que ceux de la solution ne donnent » pas lieu à la solidification de la masse entière. »

» Les deux expériences de M. Tomlinson, sur lesquelles s'appuie M. van der Mensbrugghe, sont les suivantes :

» Dans une première expérience, M. Tomlinson a suspendu des cristaux « chimiquement purs » de sulfate de magnésie ordinaire à 7 molécules d'eau dans le col d'un ballon contenant une solution concentrée du même sel en pleine ébullition. Après refroidissement, les cristaux suspendus dans le col ont pu être abaissés dans la solution demeurée sursaturée, sans en provoquer la cristallisation.

» En répétant cette expérience (en 1869), peu après sa publication, j'ai reconnu que les cristaux de sulfate de magnésie ordinaire, placés dans un courant de vapeur à 100 degrés, sont complétement altérés par l'action de la chaleur, à tel point que, loin de pouvoir provoquer la cristallisation d'une solution sursaturée de sulfate de magnésie, ils deviennent *solubles à froid dans la solution déjà « sursaturée »*. Le résultat est le même que les cristaux chauffés à 100 degrés soient chimiquement purs ou recouverts d'une couche graisseuse. M. Tomlinson, à qui j'ai immédiatement communiqué ce résultat, a accueilli avec bienveillance la critique que j'ai faite de son expérience et, plus tard (1), il a reconnu la justesse de mes objections.

» Dans une autre expérience, M. Tomlinson a fait évaporer à froid, à l'abri des poussières de l'air, des solutions sursaturées de sulfate de soude ou de sulfate de magnésie, jusqu'à formation de croûtes cristallines à leur

(1) *Chemical News*, t. XXII, p. 88; 1870.

surface, et il a observé que, malgré le contact de ces croûtes, les solutions demeuraient sursaturées. M. Tomlinson a admis, sans examen, que ces croûtes cristallines étaient les hydrates ordinaires $Na^2SO^4, 10H^2O$ et $MgSO^4, 7H^2O$.

» Or il a été reconnu, par Lœwel et plusieurs autres chimistes, que le sel qui se sépare d'une solution de sulfate de soude évaporée à l'abri des poussières de l'air n'est pas le sel de Glauber ordinaire, mais un hydrate contenant (d'après les analyses de Lœwel) 7 molécules d'eau; ses propriétés sont différentes et sa solubilité, notamment, est beaucoup plus considérable que celle du sel de Glauber.

» Quant aux cristaux de sulfate de magnésie qui se forment dans les mêmes conditions, je ne sache pas qu'on les ait étudiés jusqu'à présent, mais je crois pouvoir affirmer d'avance qu'ils ne sont pas identiques avec le sulfate de magnésie ordinaire $MgSO^4, 7H^2O$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide azotique fumant sur l'acétochlorhydrose;* Note de M. A. COLLEY, présentée par M. Wurtz.

» L'acétochlorhydrose, en raison de sa plus grande stabilité, offre plus de facilité à obtenir d'autres dérivés de la glucose que la glucose elle-même. En faisant agir l'acide azotique fumant sur l'acétochlorhydrose, j'ai obtenu un dérivé, l'acétonitrose, remarquable par sa belle cristallisation.

» Il n'est pas nécessaire pour cette réaction de purifier l'acétochlorhydrose par des lavages au carbonate de soude, etc., comme je l'ai décrit (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXI, p. 366). Après avoir ouvert le tube, dans lequel a été effectuée la réaction entre la glucose et le chlorure d'acétyle, on verse le contenu dans une fiole et l'on chauffe, en faisant passer par la masse un courant d'air sec. On élève la température peu à peu jusqu'à 120 degrés et l'on termine quand tout l'acide acétique est chassé. On refroidit alors la fiole à zéro, et l'on y verse de l'acide azotique fumant (15 à 20 parties pour une de chlorhydrose), également refroidi à zéro. On a soin que, pendant toute la durée de l'opération, la température ne s'élève pas trop au-dessus de zéro, ce qui aurait pour suite l'apparition de vapeurs rouges et une perte plus ou moins considérable de produit. On facilite la dissolution dans l'acide en agitant et en tournant la fiole, sans l'ôter du mélange réfrigérant. Quand la dissolution est terminée, on couvre la fiole entièrement avec de la glace, et on l'aban-

donne ainsi pendant deux ou trois heures. Au bout de ce temps, on l'ôte de la glace et l'on verse le contenu dans l'eau, en agitant vivement celle-ci avec une baguette de verre. L'eau doit être à zéro, et doit contenir une certaine quantité de glace broyée.

» Si l'on a pris toutes les précautions indiquées, le précipité présente l'aspect de flocons blancs, qui se rassemblent au fond du vase et prennent bientôt la forme d'une poudre fine et pesante. Cette poudre est l'acétonitrose, souillée par un peu de chlorhydrose non attaquée. On la lave sur un filtre, on l'exprime et on la sèche dans le vide. Pour purifier ce corps on le dissout dans l'éther ou dans l'alcool et l'on fait cristalliser.

» La quantité de produit obtenue est d'autant plus grande et la marche de l'opération plus régulière que l'acide employé était plus fort et se rapprochait plus de l'hydrate NHO^6. Il m'est arrivé d'obtenir 75 pour 100 de la quantité théorique. Le mélange d'acide sulfurique et d'acide azotique, que l'on emploie généralement dans ces cas-là, ne m'a pas donné de bons résultats, peut-être à cause de la viscosité de ce mélange, qui fait que l'acétochlorhydrose ne s'y dissout que fort lentement. En général, si l'on omet l'une des précautions indiquées (et surtout si l'on prend trop peu d'acide), on obtient souvent, en versant la solution azotique dans l'eau, non pas une poudre, mais une masse spongieuse ou des flocons, qui montent à la surface et forment dans la suite une masse plastique et collante. Si l'acide azotique contient des quantités considérables d'eau, il ne se forme pas de précipité du tout.

» La solution de l'acétonitrose dans l'éther ou l'alcool laisse déposer de beaux cristaux incolores, qui ont la forme de prismes obliques ou de grandes tablettes rhombiques. C'est un corps insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther, mais il exige pour sa solution des quantités assez grandes de ces deux liquides à froid. Il n'a pas de goût. Chauffé sur une lame de platine, il brûle vivement, mais ne détonne ni par la chaleur, ni par le choc. Il fond sans se décomposer à 145 degrés. Son poids spécifique à 18 degrés est égal à 1,3487. Il dévie le plan de polarisation à droite : $(\alpha)_j = +159$. Chauffé à 100 degrés en vases ouverts, avec de l'eau et de l'alcool, il se saponifie et donne un corps réduisant le tartrate cupropotassique, noircissant par les alcalis, etc.

» Les deux dernières propriétés indiquent que la molécule sucrée n'a pas été détruite par l'acide azotique, que c'est un dérivé de la glucose. Des essais qualitatifs avaient montré que le corps contenait de l'azote et ne contenait pas de chlore, et cela faisait naître la supposition que la substance

en question n'était autre que de l'acétochlorhydrose dans laquelle le chlore a été remplacé par le groupe NO^3, ce que l'analyse a confirmé :

I. 0,2485 de substance ont donné 3,3889 de CO^2 et 0,1095 de H^2O.

II. 0,3923 de substance ont donné 0,6163 de CO^2 et 0,1716 de H^2O.

III. 0,5021 de substance ont donné 15^{cc},26 d'azote à zéro et 760^{mm} = 0,01916 gr.

IV. 0,9993 de substance ont donné 30^{cc},30 d'azote à zéro et 760^{mm} = 0,0380 gr.

» La formule $C^6H^7O(C^2H^3O^2)^4NO^3$ contient

		Trouvé			
		I.	II.	III.	IV.
C...........	42,75	42,68	42,84	»	»
H...........	4,83	4,89	4,86	»	»
N...........	3,56	»	»	3,81	3,80
O...........	48,86	»	»	»	»

» Le nouveau corps est donc une *tétracétomononitrose*. L'action du fer métallique sur la substance en solution acétique, c'est-à-dire l'action de l'hydrogène naissant, confirme encore la formule. Il se produit de l'ammoniaque, ce qui prouve que le corps en question est vraiment un éther de l'acide azotique et non un corps nitré. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *De l'acide atractylique;* Note de M. **Lefranc**, présentée par M. Bussy (2e Note) (1).

« De nouvelles recherches sur la constitution de ce produit immédiat de la racine de l'*Atractylis gummifera* L. nous ont démontré qu'il pouvait être envisagé comme le représentant d'un nouveau genre d'acide, comprenant les composés du genre de l'acide éthylsulfurique réunis à ceux dont l'acide benzinosulfurique est le type.

» Ainsi l'acide atractylique se prête, d'une part, aux modes de dédoublement qui caractérisent les éthers composés du type éthylsulfurique et, d'autre part, à telle réaction qui est propre aux acides conjugués, analogues à l'acide benzinosulfurique.

» En d'autres termes : 1° soumis à l'action des agents de saponification ordinaires, tels que les hydrates de chaux, de baryte et de potasse, l'acide atractylique se comporte comme l'éther divalérosulfurique d'une substance

(1) *Voir* la première Note, *Comptes rendus*, novembre 1869; et le Mémoire complet, *Journal de Pharmacie et de Chimie*, t. IX, 4e série, p. 81.

complexe, sorte d'alcool à fonction mixte, que nous avons isolée et nommée *atractyline;* 2° chauffé avec de l'hydrate de potasse, un peu au delà de la température de fusion de cet agent, il se détruit avec dégagement d'hydrogène et formation d'une substance solide, d'aspect résineux et de nature phénylique, qui demeure, sous la forme de sel de potasse, mêlée avec un sulfate.

» La saponification de l'acide atractylique ou *atractylidivalérosulfurique* peut être opérée en deux temps, comme celle, par exemple, de l'érythrite diorsellique. Au premier temps, l'acide valérique seul est dégagé, mais l'acide ainsi modifié a conservé son type; et l'acide atractylidisulfurique ou *bêta*-atractylique qui résulte de cette saponification incomplète donne lieu, comme son générateur, à deux séries de sels parfaitement définis : les uns, saturés, à 3 équivalents de métal; les autres, acides, à 2 équivalents.

» Les *bêta*-atractylates ont pour caractère distinctif bien marqué de donner des réactions où l'acide valérique n'est plus en jeu.

$$\underbrace{C^{60}H^{51}K^{3}S^{4}O^{36}}_{\text{Atractylate de potasse saturé.}} + 2(KO, HO) = \underbrace{2(C^{10}H^{9}O^{3}, KO)}_{\text{Valériate de potasse.}} + \underbrace{C^{40}H^{35}K^{3}S^{4}O^{32}}_{\textit{Bêta}\text{-atractylate de potasse saturé.}}$$

» *Atractyline* (1). — Cette substance est d'aspect gommeux, inodore, de saveur sucrée, forte et spéciale ; très-soluble dans l'eau et l'alcool, insoluble dans l'éther; elle réagit légèrement acide, et forme, avec les bases alcalines et terreuses, des combinaisons solubles dans l'eau, mais instables à la température de l'ébullition. L'acide sulfurique concentré la dissout en se colorant en jaune d'or, teinte qui, sous l'influence d'une légère élévation de température, vire au rouge pourpre, puis au bleu violacé.

» Cette réaction est caractéristique des atractylates et des *bêta*-atractylates.

» L'acide azotique froid dissout l'atractyline sans paraître la modifier ; mais à chaud celle-ci est détruite avec formation d'un produit xanthopicrique. Elle donne lieu, bouillie avec les acides forts très-étendus, à des phénomènes de dédoublement et de déshydratation comparables à ceux que l'on observe avec la salicine ainsi traitée.

» L'hydrate de potasse en solution étendue la dédouble en une substance cristallisable (*atractyligénine*) et une sorte de matière sucrée non

(1) Pour la préparation des *bêta*-atractylates et de l'atractyline, consulter le *Journal de Pharmacie et de Chimie.*

phloroglucique

$$\underbrace{C^{60}H^{54}S^{4}O^{36}}_{\text{Acide atractylique.}} = \underbrace{2(S^{2}H^{2}O^{8})}_{\text{Acide sulfurique.}} + \underbrace{2(C^{10}H^{10}O^{4})}_{\text{Acide valérique.}} + \underbrace{C^{40}H^{30}O^{12}}_{\text{Atractyline.}}$$

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur le pouvoir oxydant du sang;* Note de MM. **P. Schützenberger** et **Ch. Risler**, présentée par M. Claude Bernard.

« Nous avons cherché à appliquer à la détermination de l'oxygène du sang le procédé de dosage de l'oxygène dissous dans l'eau, décrit par l'un de nous, en collaboration avec M. Gérardin (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 879). En modifiant la manière d'opérer dans quelques détails, nous sommes arrivés : 1° à donner au procédé de dosage de l'oxygène dissous dans l'eau un degré de précision et de sensibilité qui permet d'apprécier $\frac{1}{100}$ de centimètre cube d'oxygène; 2° à l'utiliser pour le dosage de l'oxygène du sang, malgré la coloration du liquide, avec une approximation d'environ 2 pour 100, l'erreur commise tendant à diminuer la dose d'oxygène et les résultats étant tous entachés d'une erreur en moins constante, due à la teinte du sang qui diminue la sensibilité du point d'arrêt; 3° enfin nous avons été amenés à des résultats d'un certain intérêt au point de vue de l'histoire du sang et de l'hémoglobine.

» Sans entrer dans les détails de nos opérations, nous dirons seulement que nos titrages se font tous dans une atmosphère d'hydrogène bien exempte d'air, que le liquide dans lequel il s'agit de doser l'oxygène est mis en contact avec un volume d'hydrosulfite tel, que tout l'oxygène disponible soit immédiatement absorbé; il reste un excès d'hydrosulfite dont on évalue la quantité au moyen d'une solution de carmin d'indigo. On évite ainsi tout danger de diffusion de l'oxygène dans l'atmosphère d'hydrogène.

» Nous déterminons préalablement, d'une manière rigoureuse, par deux ou plusieurs essais, le rapport de l'hydrosulfite à une solution cuivrique ammoniacale contenant $4^{gr},46$ de sulfate de cuivre cristallisé par litre, et à une solution de carmin d'indigo. L'hydrosulfite doit correspondre à peu près à son volume de solution cuivrique et à trois fois son volume d'indigo.

» L'hydrosulfite employé se prépare en laissant en contact, à l'abri de l'air, des copeaux de zinc et du bisulfite à 30 degrés, étendu de deux fois son volume d'eau. Le liquide est versé, au bout d'une demi-heure, dans un

flacon contenant un lait de chaux; on filtre pour séparer l'oxyde de zinc et le sulfite de chaux précipités, et l'on étend le liquide clair d'une quantité convenable d'eau. Cette liqueur, légèrement alcaline, tient en solution de l'hydrosulfite neutre $S(NaO)^2$, sel moins altérable que l'hydrosulfite acide $S(NaO)(HO)$ formé par l'action du zinc sur le bisulfite. Cette liqueur conserve son titre assez longtemps, si on la préserve du contact de l'air. Nous remplissons nos burettes par aspiration, en laissant rentrer dans le flacon à réactif du gaz purgé d'oxygène.

» La solution cuivrique précédente est calculée de telle façon que 10 centimètres cubes, en se décolorant, cèdent 1 centimètre cube d'oxygène. En supposant que l'oxydation de l'hydrosulfite par l'oxygène libre soit représentée par la même équation que celle par l'oxyde de cuivre ammoniacal, nous trouvons, pour 1 litre d'eau de la fontaine du laboratoire de la Sorbonne, $4^{cc},85$ à $4^{cc},9$ d'oxygène. La détermination directe avec la pompe à mercure donne pour trois dosages concordants $9^{cc},7$, c'est-à-dire le double de ce que donne le calcul précédent. Cette anomalie ne peut s'expliquer qu'en admettant que les deux oxydations ne suivent pas la même voie. Dans le cas de l'oxygène libre, 1 atome de ce corps utilise 1 molécule d'hydrosulfite en donnant du sulfite; avec l'oxyde de cuivre ammoniacal, 1 atome d'oxygène utilise 2 molécules d'hydrosulfite en le transformant probablement en un sel de la série thionique. Nous nous servons d'un flacon à trois tubulures, de 1 litre de capacité; dans la tubulure médiane peuvent se fixer, au moyen d'un bouchon en caoutchouc, les extrémités de deux burettes de Mohr, dont l'une contient de l'hydrosulfite et l'autre du carmin. Les deux autres tubulures servent à l'entrée et à la sortie de l'hydrogène et à l'introduction des liquides au moyen d'un entonnoir à robinet dont la douille plonge au fond du flacon. Le tube de sortie de l'hydrogène plonge lui-même dans un tube qui y est fixé et qui contient de l'eau.

» On introduit dans le vase : 1° un demi-litre d'eau de fontaine; 2° 50 centimètres cubes d'eau tenant en suspension 5 grammes de kaolin (le kaolin ôte la transparence au liquide et rend les changements de teintes sensibles, malgré la coloration du sang; son emploi est indispensable); 3° un peu d'indigo (carmin); 4° enfin, au moyen d'une burette libre, assez d'hydrosulfite pour absorber l'oxygène du liquide et décolorer l'indigo. Le flacon étant ensuite adapté à ses bouchons respectifs, on balaye l'air par un courant d'hydrogène, et en laissant couler soit un peu d'hydrosulfite, soit un peu de carmin, on arrive facilement au point où le liquide ne contient ni oxygène ni hydrosulfite en excès. A ce moment on introduit

50 centimètres cubes d'hydrosulfite, puis 5 centimètres cubes de sang au moyen de l'entonnoir. On agite et on laisse couler l'indigo goutte à goutte jusqu'au moment où la liqueur prend une teinte violacée, indice d'un excès d'indigo. Il ne reste plus qu'à retrancher des 50 centimètres cubes d'hydrosulfite le volume correspondant à l'indigo employé, et à calculer ce que cette différence vaut d'oxygène.

» Jusqu'à présent, nous n'avons opéré qu'avec du sang frais de bœuf ou de chien saturé d'oxygène et avec le même sang désoxygéné par la pompe ou l'oxyde de carbone. Nous ne pouvons ici que donner les résultats obtenus et les conclusions tirées d'un grand nombre d'essais concordants.

» En admettant que l'oxyhémoglobine agisse sur l'hydrosulfite comme le ferait l'oxygène libre, on trouverait un minimum de 88 à 90 centimètres cubes d'oxygène pour 100 centimètres cubes de sang de bœuf agité à l'air, et de 50 à 52 centimètres cubes d'oxygène pour 100 centimètres cubes du même sang désoxygéné par la pompe ou l'oxyde de carbone. La différence est de 38 à 40 centimètres cubes. Or le sang saturé d'oxygène dont nous nous servions ne cédait à la pompe que 19 centimètres cubes pour 100. Il est donc évident que l'oxygène du sang agit sur l'hydrosulfite, non comme l'oxygène libre, mais comme l'oxygène combiné de l'oxyde de cuivre ammoniacal. Les nombres précédents doivent être divisés par 2. Ainsi le sang saturé possède, par rapport à l'hydrosulfite, un pouvoir oxydant correspondant à 45 centimètres cubes d'oxygène pour 100, le sang désoxygéné par la pompe ou l'oxyde de carbone un pouvoir oxydant correspondant à 25 ou 26 centimètres cubes d'oxygène pour 100. Le sang saturé d'oxygène par agitation à l'air, ou plutôt l'hémoglobine oxydée, possède donc un pouvoir oxydant une fois et demie plus grand que celui qu'on lui avait attribué jusqu'ici, d'après le volume de l'oxygène fourni par la pompe ou l'oxyde de carbone. Cet oxygène se trouve dans un état de combinaison plus stable avec la matière colorante et ne peut être enlevé que par des réducteurs chimiques.

» Nous avons également constaté qu'une solution de sang à 10 pour 100 saturée d'oxygène, puis additionnée d'un excès d'hydrosulfite, fournit la raie de l'hémoglobine réduite et devient plus foncée en passant au rouge violacé. Cette solution réduite, agitée à l'air, fournit de nouveau au titrage la même quantité d'oxygène qu'avant la réduction. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie; 8e Note de M. P. Bert, présentée par M. Claude Bernard.*

« Le fait le plus singulier peut-être que j'aie jusqu'ici rencontré dans les recherches dont j'ai à plusieurs reprises déjà entretenu l'Académie, c'est l'action toxique si redoutable qu'exerce l'oxygène de l'air suffisamment comprimé (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 617; t. LXXV, p. 29).

» Chez les moineaux, cette action se manifeste par des convulsions assez fortes lorsque la pression extérieure de l'oxygène peut être représentée par 350 (la pression de l'oxygène pur à 1 atmosphère étant représentée par 100); ce qui peut s'obtenir soit en employant de l'oxygène pur à $3\frac{1}{2}$ atmosphères ($100 \times 3,5 = 350$), soit en employant l'air ordinaire à environ 17 atmosphères ($17 \times 20,9 = 355$). Ces convulsions sont extrêmement énergiques et rapidement mortelles quand la pression de l'oxygène atteint 450, c'est-à-dire lorsqu'elle correspond à 22 atmosphères d'air.

» Elles surviennent alors au bout de 4 à 5 minutes; l'oiseau secoue la tête et les pattes comme s'il marchait sur des charbons ardents; bientôt il entr'ouvre les ailes, les agite vivement, et, tombant sur le dos, il tourne rapidement dans le récipient, battant avec violence l'air de ses ailes, les pattes contractées sous le ventre. Ces phénomènes durent quelques minutes, puis se calment, pour reparaître par crises de plus en plus fréquentes et de moins en moins fortes jusqu'à la mort ou la guérison; aux très-hautes pressions, la mort survient dès la première crise.

» Ces accidents remarquables continuent à se manifester après que l'oiseau, soustrait à l'influence de l'oxygène, a été ramené à l'air libre sous la pression normale : ils peuvent même alors se terminer par la mort.

» Le fait principal étant constaté, il reste à chercher dans le sang la dose toxique de l'oxygène, et à déterminer avec soin les phénomènes et le mécanisme de l'empoisonnement.

» *Dose toxique.* — Un certain nombre d'expériences faites sur les chiens m'ont permis de fixer à 350 environ la pression extérieure de l'oxygène, sous laquelle surviennent les convulsions; la mort arrive vers la pression de 500. Comme je ne possédais pas une quantité d'oxygène suffisante pour charger à 5 ou 6 atmosphères mon appareil, qui contient près de 400 litres, je plaçais une canule dans la trachée du chien en expérience, je mettais cette canule en communication avec un sac de caoutchouc plein d'oxygène, et j'exerçais la pression sur l'animal et le sac à la fois.

» En fixant l'animal comme il est dit en ma 7ᵉ Note (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 543), j'ai pu tirer du sang artériel et en extraire les gaz. J'ai vu ainsi que les accidents convulsifs débutent lorsque ce sang, qui contient d'ordinaire 18 à 20 centimètres cubes d'oxygène par 100 centimètres cubes de liquide arrive, grâce à la pression, à en contenir de 28 à 30 centimètres cubes; la mort survient vers 35 centimètres cubes. Il y a, du reste, sous ce rapport, quelques différences quand on passe d'un animal à un autre.

» Mais il n'en est pas moins vrai que la dose toxique, mortelle, de l'oxygène dans le sang, est moins de deux fois plus considérable que la dose normale. Or il n'est pas de poison dont nous pourrions avoir impunément dans le sang la moitié de la dose mortelle. Il est donc vrai de dire, si étrange que paraisse cette assertion, que l'oxygène est un poison plus redoutable qu'aucun autre connu.

» *Phénomènes de l'empoisonnement.* — Ils sont, lorsqu'on les observe chez un chien, des plus curieux et des plus effrayants.

» Prenons pour exemple un animal chez qui la proportion d'oxygène aura, pour 100 centimètres cubes de sang artériel, atteint 32 centimètres cubes. Lorsqu'on le retire de l'appareil, il est généralement en pleine convulsion tonique; les quatre pattes sont roidies, le tronc est recourbé en arrière ou un peu sur le côté, les yeux sont saillants, la pupille dilatée, les mâchoires serrées. Bientôt survient une sorte de relâchement auquel succède une nouvelle crise de roideurs avec convulsions clowniques, ressemblant à la fois à une crise strychnique et à une attaque de tétanos. Ces crises, pendant les intervalles desquelles le chien ne se relâche pas complètement, mais reste en opisthotonos, suspendent la respiration, le cœur continuant toujours à battre, quoique souvent avec une étonnante lenteur; la pression artérielle s'abaisse considérablement. La sensibilité reste conservée, et il semble même qu'on puisse, en la mettant en jeu, exciter de nouvelles convulsions. Dans les cas moyens, ces périodes convulsives, qui apparaissaient d'abord toutes les cinq ou six minutes, deviennent plus rares, puis moins violentes; la roideur diminue dans les intervalles, et finalement tout disparaît au bout de cinq, dix, ou même, comme je l'ai vu une fois, au bout de vingt heures.

» Dans les cas plus légers, au lieu d'attaques tellement violentes qu'on peut soulever l'animal par une seule patte, roide comme un morceau de bois, on observe des mouvements désordonnés, des convulsions locales, des phénomènes, en un mot, qui ressemblent beaucoup à ceux de l'acide phénique. On voit parfois alors des actes qui semblent indiquer un cer-

tain désordre intellectuel. Dans les cas très-graves, au contraire, quand la proportion d'oxygène a atteint 35 centimètres cubes, la roideur est continuelle, avec quelques redoublements clowniques de temps à autre; les dents grincent et se serrent jusqu'à paraître près de se briser, et la mort peut survenir après une ou deux crises, dans le laps de quelques minutes. Le sang artériel noircit alors comme du sang d'asphyxié, et lorsque l'animal ne fait plus aucun mouvement le cœur continue à battre encore pendant quelques minutes.

» *Mécanisme de l'empoisonnement.* — La vue seule des symptômes semble indiquer que l'action toxique produit son effet sur les centres nerveux, comme le font la strychnine, l'acide phénique et autres poisons convulsivants. Cette présomption est corroborée par ce fait que les inhalations de chloroforme arrêtent momentanément les convulsions, qui reparaissent quand a disparu l'anesthésie. Enfin le membre postérieur dont on a coupé le nerf sciatique ne présente pas de convulsions dans les muscles animés par ce nerf.

» Il est fort intéressant de voir que les accidents convulsifs continuent alors que le sang, par sa respiration à l'air libre, ne contient plus que la quantité normale d'oxygène. Serait-ce donc que, sous l'influence de l'oxygène, il se formerait dans le sang une matière toxique capable d'altérer les fonctions des éléments anatomiques nerveux? J'ai peine à le croire; car, ayant injecté dans les veines d'un chien sain une forte quantité de sang pris sur un chien en pleines convulsions d'oxygène, le premier n'a ressenti aucun accident toxique. Disons, en passant, que les globules sanguins, examinés, n'ont rien présenté de particulier dans leurs formes ou leurs dimensions.

» Le dernier organe qui cesse d'agir est le cœur. Les nerfs moteurs et les muscles conservent leurs propriétés pendant un temps normal après la mort. Les animaux morts en convulsions deviennent flasques, et la rigidité cadavérique ne se montre pas extrêmement vite.

» En pénétrant un peu plus dans l'intimité du phénomène, nous voyons que la température de l'animal baisse parfois de 2 ou 3 degrés dès le début des accidents convulsifs; elle se relève au bout de quelques heures, quand l'animal doit survivre. L'oxygénation exagérée n'est donc pas, comme on pourrait le penser, l'occasion d'une combustion plus énergique, et par suite d'une température plus élevée. Au contraire, le travail comburant intra-organique paraît en être diminué; mais je sens qu'une proposition en appa-

rence si paradoxale a besoin d'être appuyée sur un ensemble concordant de preuves variées. J'en ajourne donc la démonstration à une Communication prochaine.

» Je me borne aujourd'hui à tirer des faits ci-dessus rapportés les conclusions suivantes :

» 1° L'oxygène se comporte comme un poison rapidement mortel, lorsque sa quantité dans le sang artériel s'élève à environ 35 centimètres cubes par 100 centimètres cubes de liquide;

» 2° L'empoisonnement est caractérisé par des convulsions qui représentent, suivant l'intensité des accidents, les divers types du tétanos, de la strychnine, de l'acide phéniqne, de l'épilepsie, etc.;

» 3° Ces accidents, que calme le chloroforme, sont dus à une exagération du pouvoir excito-moteur de la moelle épinière;

» 4° Ils s'accompagnent d'une diminution considérable et constante de la température interne. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la cause de l'élévation de la température centrale chez les malades atteints de pleurésie aiguë, et auxquels on vient de pratiquer la thoracocentèse;* Note de M. A. Laboulbène, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans la séance du 18 novembre 1872, j'ai déjà communiqué à l'Académie mes recherches sur l'élévation de la température centrale chez les malades auxquels je venais de pratiquer la thoracocentèse. Deux faits analogues et confirmatifs ont été signalés aussi par M. le Dr Bourneville (1).

» Aujourd'hui, je viens soumettre à l'Académie de nouvelles observations, qui fournissent la preuve de l'exactitude de l'explication que j'avais donnée, et qui établissent nettement la cause de cette élévation de la température centrale.

» En effet, chez deux malades atteintes de pleurésie aiguë, et auxquelles j'avais retiré plus d'un litre de sérosité épanchée dans une des cavités pleurales, j'ai trouvé qu'immédiatement après l'opération la température ne s'élevait pas encore, mais qu'après un laps de temps d'un quart d'heure à une demi-heure l'élévation de la température avait lieu.

» Voici ces deux observations, résumées le plus brièvement possible :

---

(1) *Revue photographique des hôpitaux de Paris*, 4e année, 1872, p. 112 (*Cancer primitif du péritoine, injection iodée*), et *Mouvement médical*, 1872, p. 279.

» *Observation I.* — Une femme de vingt-six ans, blonde, avec le teint très-pâle, entre à l'hôpital Necker, le 8 janvier 1873; elle est devenue malade depuis trois semaines par suite d'un refroidissement; elle a éprouvé un point de côté, s'accompagnant de toux, mais sans expectoration et sans fièvre violente. On constate du côté droit de la poitrine de la matité et tous les signes d'un épanchement remplissant la moitié de la cavité pleurale.

» Le 10 janvier, le pouls bat 104 pulsations; il y a 28 respirations.

» La température axillaire est de 37°,7 C.

» La température centrale, prise dans le vagin, est de 38°,4.

» Je pratique la thoracocentèse le 11 janvier au matin, et je retire 1835 grammes de liquide clair, de couleur citrine et fibrineux. A la fin de l'opération, des quintes de toux très-pénibles se produisent, et la malade retient sa respiration le plus possible; puis elle se couche sur le côté droit pour immobiliser la paroi thoracique.

» Avant l'opération, la température axillaire était de 37°,4; la température centrale, 39°,1.

» Immédiatement après la thoracocentèse et pendant une demi-heure, la température axillaire est de 38°,4; la température centrale, 39°,1.

» Au bout d'une demi-heure, la température centrale s'élève, et au bout d'une heure, puis deux heures après, prise avec grand soin, elle est de :

Température axillaire........................	38°,3
Température centrale........................	39,4

» Le soir, la malade est bien mieux; la sonorité (1) a reparu dans le côté droit du thorax; on perçoit, à l'auscultation, des frottements pleuraux très-superficiels et en même temps l'expansion vésiculaire indique la pénétration de l'air dans le poumon.

» La température axillaire est de 38°,7; la température centrale de 39°,4. Les jours suivants, l'état est des plus satisfaisants, et la malade sort parfaitement guérie le 19 janvier.

» *Observation II.* — Une femme de soixante-six ans, d'une constitution robuste, extrêmement grasse, a souffert, il y a près d'un mois, d'un point de côté; elle pouvait néanmoins travailler chez elle; elle toussait, mais sans cracher. A son entrée à l'hôpital Necker, le 5 janvier 1873, le côté droit de la poitrine offrait tous les signes d'un épanchement pleurétique.

» Le pouls était à 104 pulsations; il y avait 36 respirations par minute; la température axillaire était de 38°,8 C.

» Le 9 janvier, je retire, par la thoracocentèse, 1605 grammes d'un liquide orangé, qui se prend très-rapidement en gelée fibrineuse. L'opération a été exceptionnellement difficile à pratiquer, à cause de la couche épaisse de tissu adipeux revêtant les parois de la poitrine. Une toux fatigante est survenue; la malade respire très-peu et fort incomplétement.

» Avant l'opération, la température axillaire était de 38°,3; la température centrale était de 39 degrés.

---

(1) C'est par erreur qu'on a imprimé dans ma première Communication : « L'air pénétrait dans les vésicules pulmonaires, ainsi que le démontraient l'*apparition* de la matité, le retour des vibrations thoraciques et la perception du murmure respiratoire, etc. » C'est la *disparition* de la matité qu'il faut lire (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1284).

» Immédiatement après l'opération, les températures axillaire et centrale, prises avec les mêmes thermomètres, ne donnent aucun changement.

» Au bout d'une demi-heure, la température axillaire est de 37°,3 ; la température centrale est de 39°,3.

» Le soir, la malade respire bien ; la sonorité a reparu dans toute la hauteur du côté droit de la poitrine en arrière ; il existe partout des frottements pleuraux superficiels.

» La température axillaire est de 38°,4 ; la température centrale, 39°,5.

» Après une excellente nuit, la malade se trouve, les jours suivants, de mieux en mieux, et elle a été complètement guérie par une seule ponction.

» En résumé, dans mes premières recherches, j'ai fait connaître six faits observés tous chez des hommes, et constamment le thermomètre placé dans le rectum avait rapidement indiqué une augmentation de deux à trois dixièmes de degré centigrade. Il s'agit présentement de deux femmes, mais qui n'ont pas respiré amplement après l'opération, et chez lesquelles le poumon comprimé n'a repris ses fonctions que d'une manière tardive ; aussi la température ne s'est élevée que tardivement.

» Les conclusions de cette Communication me paraissent pouvoir être ainsi établies :

» 1° L'élévation de la température centrale chez les malades atteints de pleurésie aiguë et auxquels on vient de pratiquer la thoracocentèse se manifeste tantôt après l'opération, tantôt plus tard ; mais elle est constante.

» 2° Pour mesurer exactement la température centrale, il faut attendre un certain temps chez les malades craintifs et qui retiennent leur respiration, en immobilisant le côté où avait lieu l'épanchement. Cette élévation de la température met quelquefois un quart d'heure et même une demi-heure à se produire. L'importance de la détermination de ce temps n'échappera point aux expérimentateurs.

» 3° L'élévation de la température centrale reconnaît pour cause le retour à l'état fonctionnel normal du poumon auparavant refoulé par l'épanchement. Elle ne résulte point de la soustraction du liquide épanché, car elle n'a pas lieu avec la sortie de ce liquide, mais ses phases suivent rigoureusement celles du rétablissement graduel des organes respiratoires (vésicules pulmonaires). Dès que les conditions voulues pour que les échanges gazeux endosmo-exosmotiques se produisent, les actions moléculaires qui en sont la suite nécessaire élèvent la température. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches expérimentales sur l'inflammation du péritoine et l'origine des leucocytes;* Note de M. V. FELTZ, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans un travail publié en 1870 (*Journal d'Anatomie et de Physiologie*, Paris, 1870, in-8°, p. 1), nous avons établi : 1° que les globules de pus qui infiltrent le péritoine enflammé ne proviennent pas des leucocytes sanguins qui seraient sortis à travers les parois des capillaires; 2° qu'ils ne proviennent pas des épithéliums de cette membrane, qui se desquament au bout d'un temps relativement court, et qu'après leur chute on voit qu'il se produit encore des leucocytes dans l'épaisseur de la séreuse.

» Il résulte des recherches dont nous donnons aujourd'hui les conclusions que, dans le péritoine comme dans la cornée, le tissu conjonctif qui forme la trame de ces membranes est sillonné par un réseau de canalicules interstitiels, dont les renflements fusiformes sont ce qu'on appelle les *éléments cellulaires du tissu conjonctif*, les *noyaux conjonctifs*, ou encore les *cellules plasmatiques*. Dans ces réseaux il n'y a pas à l'état normal d'éléments figurés stables ou fixes, mais simplement une matière organique, grenue, dite *protoplasma* par Remak, Schultze, etc. En cas d'irritation, la circulation sanguine venant à augmenter et le sang subissant à son tour des modifications dans son plasma, il en résulte une augmentation et une modification parallèles dans *ce protoplasma*, d'où le développement si considérable du réseau et des éléments dits *plasmatiques* et son organisation en leucocytes. Il n'est pas douteux pour nous que ce *protoplasma*, devenant libre tant par une individualisation directe ou genèse que par segmentation et organisation graduelle des renflements fusiformes, ne donne lieu d'emblée à la formation de leucocytes. Nous espérons pouvoir bientôt en donner des preuves irréfutables dans les alvéoles pulmonaires. »

PALÉO-ETHNOLOGIE. — *Station préhistorique du cap Roux;* Note de M. E. RIVIÈRE, présentée par M. de Quatrefages.

« La station préhistorique du cap Roux, près de Beaulieu, est un nouveau plateau d'habitation des mêmes peuplades que celles des Grottes de Menton, que j'ai découvert au mois de novembre dernier, pendant les recherches paléontologiques dont M. le Ministre de l'Instruction publique a daigné me confier la mission dans les Alpes-Maritimes par arrêté du 14 août 1872.

» Le cap Roux ou cap du Rocher rouge est situé entre Nice et Monaco,

à égale distance des stations du chemin de fer de Beaulieu et d'Eza, sur le territoire du premier de ces villages; il forme une avancée dans la Méditerranée, divisant celle-ci en deux petits golfes nommés dans le pays Mer de Beaulieu et Mer d'Eza.

» La roche qui forme le cap Roux, dont le sommet est à 120 mètres environ au-dessus du niveau de la mer, est une roche calcaire dolomitique qui présente quelques failles remplies par une brèche compacte extrêmement dure, brèche d'empâtement dans laquelle on trouve, jusqu'à trente et quelques mètres de hauteur, quelques mollusques d'espèces encore actuellement vivantes dans la Méditerranée.

» C'est au pied de cette roche, qui lui forme en le surplombant un véritable abri, et à 28 mètres au-dessus du niveau de la mer, qu'est situé le plateau d'habitation sujet de cette Notice.

» Il s'étendait sur une longueur de 60 mètres et sur une largeur de 14 à 15 mètres, antérieurement aux travaux récemment exécutés par les Ponts et Chaussées. Ces travaux, entrepris pour la continuation de la route nationale n° 7, de Nice à Monaco, ont, en coupant ledit plateau, révélé ces nouveaux foyers des peuplades primitives; et c'est dans les premiers jours du mois de juin 1872 que l'employé des Ponts et Chaussées chargé de la surveillance des travaux, M. d'André, s'aperçut pour la première fois que les déblais de la route renfermaient des ossements d'animaux associés à des coquilles et à des silex; il recueillit un certain nombre de ces objets, mais sans en tirer d'autre conséquence archéologique ou paléontologique que de considérer « *les ossements comme ayant appartenu très-probablement,* » *dit-il, à des animaux antédiluviens* ».

» Le plateau du cap Roux n'est recouvert que de rares broussailles; sa largeur actuelle n'est plus, depuis qu'il a été coupé par la nouvelle route, que de $4^m,50$ environ.

» Les fouilles minutieuses auxquelles je me suis livré jusqu'à présent s'étendent sur une largeur de $4^m,20$, une longueur de $3^m,80$ et une profondeur de $5^m,15$.

» Elles m'ont donné les résultats suivants :

» Le sol a été autrefois remanié sur une profondeur de $1^m,70$ environ pour quelques plantations, et cette première couche est formée par une sorte de terre végétale dans laquelle on trouve çà et là quelques silex brisés ou taillés et quelques rares fragments osseux provenant certainement du foyer qui lui est subjacent, et par contre un certain nombre d'os de rongeurs appartenant principalement au *Lepus cuniculus.*

» C'est au-dessous de cette couche que commencent à apparaître les foyers, non remaniés alors et constitués régulièrement par de la cendre, du charbon, des ossements, des dents, des coquillages et des silex, en un mot par les détritus de la vie, au milieu desquels on rencontre parfois des blocs de pierres brisées de petites dimensions provenant de la partie supérieure de la montagne.

» Les ossements recueillis dans le premier foyer, dont la hauteur est de $1^m,40$, sont représentés bien plus par des diaphyses fendues ou brisées que par des fragments épiphysaires, lesquels sont en très-petit nombre. Il en est fort peu qui aient subi l'action du feu.

» Les ossements et les dents appartiennent aux espèces animales suivantes :

MAMMIFÈRES.

» RUMINANTS : *Bos primigenius, Cervus elaphus, Cervus capreolus, Cervus corsicanus? Capra primigenia.*

» PACHYDERMES : *Equus*, une seule dent.
Sus, deux dents molaires.

» RONGEURS : *Lepus cuniculus*, très-peu de débris.

» Les Mollusques, divisés en Mollusques marins et en Mollusques terrestres, sont nombreux comme espèces; mais de chacune de celles-ci je n'ai trouvé que peu d'exemplaires : les genres *Patella* et *Mytilus* prédominent surtout ici.

MOLLUSQUES.

» Ils constituent la série suivante :

» *Patella, Petunculus, Pecten, Cardium, Mytilus, Murex, Rostellaria, Haliotis, Turritella, Cerithium, Dentalium, Trochus, Pleurotoma.*

» Les coquilles terrestres appartiennent au genre *Helix*.

» Si les débris d'animaux sont peu nombreux, par contre les silex sont en grande abondance, soit à l'état d'éclats, soit taillés; ils présentent les diverses formes déjà signalées par moi dans les grottes de Menton, et la même taille plus ou moins rudimentaire. Les grattoirs ou râcloirs sont rares, les pointes et les lames se rencontrent beaucoup plus fréquemment; on trouve aussi quelques *nuclei*.

» Quant aux instruments en os, ils sont à peu près nuls, et se composent seulement de deux poinçons dont la pointe est brisée, et de quelques autres ossements grossièrement taillés.

» Immédiatement au-dessous du premier foyer, on trouve : 1° une

couche rouge très-friable, formée par une terre calcinée, sans aucun ossement ni silex, et d'une épaisseur de $0^m,15$ environ; 2° un dépôt terreux assez meuble, gris jaunâtre, sans aucune trace de cendres ou de charbon, et d'une épaisseur de $0^m,90$; ce dépôt renferme encore quelques silex taillés et des éclats, peu ou point d'ossements, si ce n'est une dent incisive et un maxillaire supérieur brisé de *Cervus elaphus*, deux molaires de *Capra primigenia* et un maxillaire inférieur de *Lepus cuniculus*; enfin quelques Mollusques, entre autres trois *Patella*, un *Mytilus* et quatorze *Helix*. Quelques fragments de roches brisées, provenant de la partie supérieure de la montagne, gisent au milieu de cette couche.

» Enfin, à $4^m,25$ de profondeur au-dessous du premier niveau, un second foyer commence à apparaître : il est constitué comme le premier, mais renferme, cette fois, quelques débris de carnassiers.

» La faune que j'y ai rencontrée jusqu'à la profondeur de $5^m,15$, à laquelle je suis actuellement parvenu, se compose des animaux suivants :

MAMMIFÈRES.

» 1° CARNASSIERS : *Ursus spelæus*, une phalange trouvée à $4^m,60$;
Hyæna spelæa, un fragment de maxillaire supérieur gauche contenant l'avant-dernière molaire et une partie de la dernière molaire, trouvé à $4^m,35$;

» 2° PACHYDERMES : *Equus caballus*;

» 3° RUMINANTS : *Cervus elaphus*, *Cervus capreolus*, *Capra primigenia*.

» Les ossements sont tous recouverts d'une gangue terreuse, très-difficile à détacher, et sont assez cassants; aucun d'eux, sauf quelques phalanges, n'est entier; la plupart ont été brisés par la main de l'homme en trois fragments, comme dans les grottes de Menton, et les épiphyses, très-rares, sont dans la proportion de 5 à 6 pour 100 relativement aux fragments diaphysaires, à peu près tous fendus en long.

MOLLUSQUES.

» Les Mollusques sont les mêmes que dans le premier foyer.

» *Silex*. — Les silex sont moins nombreux; ils affectent la même taille que dans le foyer supérieur, mais paraissent moins bien finis, plus grossièrement ébauchés.

» Quant aux instruments en os, ils se composent de trois poinçons, taillés dans des diaphyses; deux d'entre eux ont conservé leur pointe intacte.

» En résumé, je crois pouvoir considérer dès maintenant, d'après les

résultats acquis, la station préhistorique du cap Roux comme appartenant à la même époque que les grottes de Menton; mais elle présente avec celles-ci cette différence, que les débris d'animaux sont beaucoup moins nombreux, indice d'un séjour moins long de ces mêmes peuplades; la faune y est également beaucoup moins nombreuse, mais cela pourrait tenir aussi à la profondeur à laquelle je suis seulement parvenu; par contre, les silex sont des plus abondants.

» Je n'ai trouvé aucun ossement humain.

» Le plateau du cap Roux est donc à la fois un plateau d'habitation des peuplades de l'époque paléolithique, ainsi que l'indiquent les foyers que j'ai explorés, et un atelier de fabrication, comme semble le prouver la quantité si considérable de silex travaillés. »

STATISTIQUE. — *Sur quelques imperfections du Compte rendu officiel des opérations du recrutement militaire en France;* Note de M. **Champouillon**, présentée par M. Larrey.

« Il se publie tous les ans, par ordre du Ministre de la Guerre, un compte rendu des opérations du recrutement en France. Ce rapport contient des éléments variés de statistique administrative et scientifique, éléments qui ont quelquefois servi de base à des études d'ethnographie, d'hygiène ou d'économie sociale. Ce document présente quelques erreurs et de nombreuses lacunes : il serait donc imprudent de le faire servir à une carte de l'état physique des populations françaises.

» Je prends comme exemple la question de la taille, telle qu'elle figure parmi les causes d'inaptitude au service militaire, en 1868, et pour le département de la Seine en particulier. D'après les relevés du compte rendu, les 20 arrondissements de Paris, les arrondissements de Sceaux et de Saint-Denis auraient fourni ensemble 357 sujets de taille insuffisante; d'après les registres du bureau de recrutement de la Seine, le nombre de ces non-valeurs serait de 397; le chiffre exact, recueilli par moi-même pendant chacune des séances de la révision, s'élève à 523. Ces différences ne sont point le résultat d'un accident de calculs, elles se retrouvent, avec des proportions analogues, dans la statistique des années précédentes.

» D'où peuvent provenir de semblables écarts? D'un vice dans la méthode de classement des infirmités. En effet, qu'un conscrit de petite taille, atteint de hernie volumineuse, ou de scrofules, ou de faiblesse de com-

plexion, etc., soit appelé devant les Conseils de révision, il arrive que, dans l'examen que l'on fait de sa personne, on néglige complétement la question de stature; on ne mentionne au dossier et sur le registre des opérations que la hernie, les scrofules ou la faiblesse de complexion auxquelles on a accordé le bénéfice de l'exemption. Il en est de même pour les jeunes gens pourvus d'une dispense légale : on les renvoie sans les avoir toisés. Dans l'expertise que j'ai dirigée, en 1868, aucun conscrit n'a échappé à la mensuration; c'est pour avoir pris ce soin que j'ai pu arriver plus près de l'exacte réalité que les auteurs du compte rendu lui-même.

» Les rapports statistiques font bien connaître le nombre des exemptions prononcées pour défaut de taille, mais ils nous laissent complétement ignorer les causes de cette infirmité, qu'il importe au contraire de spécifier méthodiquement. En procédant à l'examen de la classe de 1867, pour le département de la Seine, j'ai eu soin de répartir, sous trois chefs principaux, tous les défauts de taille que j'ai rencontrés dans ce contingent. La première catégorie comprend les individus atteints de rachitisme avec déviation du tronc ou des membres inférieurs; la deuxième est formée de l'espèce ayant le tronc de longueur naturelle et les jambes très-courtes (*bassets*); la troisième renferme les sujets de petite race ou à croissance tardive. Je suis parvenu de la sorte à constater que : 1° sur les 523 conscrits de la Seine ayant une taille inférieure à 1^{m},55, 126 appartiennent à l'espèce rachitique, 47 au genre *basset*, 350 à la catégorie des petites races ou des croissances tardives; 2° que les arrondissements qui fournissent le moins de sujets de petite taille (2 pour 100) sont le IIe, le Ve, le VIe, le VIIe et le VIIIe; 3° que le chiffre le plus fort des tailles insuffisantes (7 et 8 pour 100) correspond au XIIe, au XIIIe et au XXe arrondissement; 4° que la proportion moyenne des concrits de la Seine qui n'ont pas atteint la taille réglementaire, au moment de la révision, est de 4,42 pour 100.

» Que deviennent, au point de vue ethnographique, les conscrits inaptes au service pour cause de défaut de taille ? Les uns demeurent stationnaires, et, quelle que soit la durée des ajournements auxquels on les soumet, ils sont perdus pour l'armée; les autres, continuant leur évolution, atteignent à vingt-deux ou vingt-trois ans le niveau réglementaire de la taille et peuvent être acquis au recrutement. Comme il y a quelque intérêt à savoir quel peut être approximativement le rendement fourni par cette dernière catégorie, j'ai profité du moment où la garde nationale mobile fut appelée pour la première fois à l'activité pour recenser les reliquats des classes de 1865, 1866, 1867 du département de la Seine. J'ai constaté que les rachi-

tiques et les *bassets* ne grandissent plus après leur vingtième année, qu'ils représentent un groupe de non-valeurs dont il n'y a rien à tirer pour l'avenir. Quant à la catégorie des petites races et des simples retardataires, les jeunes gens qui la composent ont continué au contraire à grandir, et dans la proportion de 68 pour 100, dans la classe de 1865; de 51, dans la classe de 1866; et de 44, dans la classe de 1867.

» Il résulte des données numériques qui précèdent que, pour établir des conjectures sur le nombre probable d'hommes que la loi nouvelle pourra ressaisir après des ajournements successifs, il faudra désormais décomposer les cas de défaut de taille et les classer dans un tableau analogue ou semblable à celui que j'ai adopté.

» Le tableau comprenant le nombre des exemptions pour faiblesse de constitution donne lieu aux mêmes observations. »

SÉRICICULTURE. — *Sur quelques faits qui montrent encore que les graines de vers à soie, provenant de parents corpusculeux et de parents sans corpuscules, donnent également des vers sains et de bonnes récoltes;* Note de M. GUÉRIN-MÉNEVILLE. (Extrait.)

« Après avoir étudié longtemps les maladies des vers à soie dans le laboratoire et dans la grande culture, j'ai reconnu que les résultats scientifiques obtenus jusqu'à présent ne coïncidaient pas toujours avec la plupart des faits observés dans la pratique. J'ai conclu de ce désaccord que la science n'était pas encore arrivée à déterminer les causes de l'épizootie qui sévit sur ces précieux insectes domestiques, et qu'il fallait, en attendant, en appeler à des études pratiques, faites dans la grande culture et sur des surfaces considérables.

» C'est dans un établissement dirigé par MM. Laugier et De Monval, à Oraison (Basses-Alpes), qu'ont été confectionnées, en suivant rigoureusement la méthode de M. Pasteur, les graines employées dans les expériences qui font l'objet de cette Note. Les unes étaient très-mauvaises et ne devaient rien produire, car elles provenaient d'éducations rejetées parce que le microscope accusait, chez les reproducteurs, 10, 30 et jusqu'à 50 pour 100 d'infection corpusculeuse; les autres avaient été jugées excellentes.

» J'ai envoyé de ces graines à seize éducateurs, sans leur faire savoir qu'il y en avait de très-mauvaises, et ils ont consenti à en faire l'objet d'éducations séparées et soignées dans des conditions identiques.

» Treize de ces expérimentateurs m'ont fait leur rapport, d'où il résulte que :

» Chez sept, les graines condamnées et les graines excellentes ont donné également de très-bonnes éducations;

» Chez un, qui n'avait eu que de la graine à 50 pour 100 d'infection, il y a eu une excellente récolte;

» Chez un autre, ces mêmes graines à 50 pour 100 ont subi un échec complet;

» Chez deux, ces mêmes graines, mauvaises et bonnes, ont donné des récoltes médiocres, mais semblables;

» Chez un, les intempéries ont fait perdre les vers en tout ou en partie;

» Chez un, enfin, il y a eu insuccès des deux sortes de graines.

» A ces faits si positifs je pourrais en ajouter une foule d'autres, consignés dans les journaux spéciaux, dans mes notes de voyages et dans ma correspondance. J'en indique seulement trois comme spécimen. Il en résulte qu'on ne peut considérer la présence ou l'absence des corpuscules chez les reproducteurs comme un indice certain qu'une graine donnera des vers sains ou malades.

» Du reste, la statistique prouve que les réussites obtenues en employant des graines faites, avec ou sans microscope, dans certaines localités, tiennent évidemment à ce que l'épidémie s'en retire. Ainsi, un des plus chauds partisans du système de M. Pasteur, M. Duseigneur-Kléber, dans sa magnifique *Monographie du cocon de soie,* a prouvé, sans le vouloir probablement, ce que je soutiens. En effet, dans un tableau destiné à la comparaison de la production de nos départements séricicoles, dans la période de 1845 à 1855 et dans celle de 1871 à 1872, on voit que :

» Dans vingt-cinq départements, encore très-malades, la production actuelle est plus ou moins inférieure à celle de 1845 à 1855;

» Dans neuf départements plus ou moins guéris, la production actuelle est égale à celle de 1845 à 1855;

» Et enfin, dans les cinq derniers, la production actuelle dépasse de beaucoup celle de 1845 à 1855, ce qui indique une guérison plus ou moins complète et un grand progrès de la sériciculture. Ces cinq départements privilégiés sont :

» Les Basses-Alpes et les Alpes-Maritimes, qui produisaient 75000 kilogrammes de cocons, et en produisent aujourd'hui 115000;

» Les Hautes-Alpes, qui de 12000 kilogrammes en sont arrivées à 30000;

» Le Lot, de 2500 kilogrammes à 4000,

» Et les Pyrénées-Orientales, de 5000 à 16000 kilogrammes.

» La guérison générale de ces contrées montagneuses est si bien reconnue qu'une foule de graineurs s'y rendent chaque année pour y fabriquer et y acheter de la graine, ce qui prouve qu'on est généralement content de ce produit. C'est là une conclusion obligée; car, malgré le goût des idées nouvelles, personne ne soutient une théorie ou ne continue une affaire au détriment de ses intérêts.

» Ainsi qu'on le voit dans cette Note, des faits observés par moi et par d'autres il résulte :

1° Que l'épidémie de vers à soie est généralement en voie de décroissance, comme cela a toujours eu lieu pour celles des autres animaux et de l'homme, et qu'elle a plus ou moins abandonné certaines contrées montagneuses de la France et de l'étranger;

» 2° Que, dans ces contrées privilégiées, on produit des graines généralement bonnes, qu'on les confectionne d'après le système préconisé par M. Pasteur, ou d'après la méthode hygiénique et de sélection ordinaire;

» 3° Que ces graines, provenant de races pour ainsi dire *convalescentes*, réussissent généralement dans les contrées d'où l'épidémie se retire, et qu'elles échouent généralement aussi dans celles où la constitution épidémique règne encore avec plus ou moins d'intensité. »

A 5 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1873.

Annales de Chimie et de Physique; janvier 1873; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; décembre 1872; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; t. XVIII, n°s 1 et 2, 1873; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 11, 1872; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; septembre et décembre 1872; in-8°.

Annales du Génie civil; janvier 1873; in-8°.

Annales industrielles; n°s 1 à 4, 1873; in-4°.

Annuaire de la Société Météorologique de France; novembre 1872 et janvier 1873; in-8°.

Association française contre l'abus du tabac; 4e année, n° 4, 1873; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, n^os des 5, 12, 19, 26 janvier 1873; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 181, 1873; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; n°s 9 à 11, 1872; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 12, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France (Revue bibliographique, A, B, C, 1873); Comptes rendus n° 1, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 3e trimestre, 1872; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; janvier 1873; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; novembre, décembre 1872; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; n° 12, 1872, et n° 1, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; t. XXIX, n° 6, feuilles 25 à 30, 1872; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; février et avril 1872; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; n^os des 15 et 30 janvier 1873; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris, n°s 1 à 31, janvier 1873; in-4°.

Bulletin international de l'Observatoire physique central de Montsouris; du 1er novembre au 31 décembre 1872; in-4°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n°s 1, 2, 1873; in-8°.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal; n°s 8 à 10, 1872; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio romano; t. XI, n° 12, 1872; in-4°.

British medical journal, n°s 627, 628, 1873; in-4°.

Chronique de l'Industrie; n°s 48 à 53, 1873; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 1 à 10, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 1 à 5, 1873; in-4°.

Iron, t. I, n°s 1, 2, 3, 1873; in-4°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; novembre et décembre 1872; in-8°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 4e trimestre, 1872; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; novembre et décembre 1872; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 1 à 6, 1873; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 195 à 200, 1873; in-8°.

Journal de l'Eclairage au Gaz; n°s 1, 2, 3, 1873; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; janvier 1873; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; janvier 1873; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; 15 et 30 janvier 1873; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 38 à 43, 1873; in-folio.

Journal de Zoologie; n° 6, 1873; in-8°.

Journal de Physique théorique et appliquée; janvier 1873; in-8°.

Journal de Photographie, 1re année, n°s 1 à 12, 1872; in-8°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n°s 26 à 29, 1872; janvier 1, 2, 3, 1873; in-8°.

La Revue scientifique; n°s 27 à 32, 1873; in-4°.

L'Abeille médicale; n°s 1 à 5, 1873; in-4°.

L'Aéronaute; janvier 1873; in-8°.

L'Art dentaire; janvier 1873; in-8°.

L'Art médical; janvier 1873; in-8°.

L'Imprimerie; décembre 1872; in-4°.

Le Gaz; n° 7, 1873; in-4°.

Le Messager agricole; n° 12, 1872; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; n°s 1, 2, 3, 1873; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; janvier 1873; gr. in-8°.

Les Mondes; nos 1 à 6, 1873; in-8°.

Magasin pittoresque; janvier 1873; in-4°.

Marseille médical; n° 12, 1872; in-8°.

Montpellier médical. Journal mensuel de Médecine; janvier 1873; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* décembre 1872; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; septembre, octobre, novembre 1872; in-4°.

Monatsbericht der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; septembre, octobre 1872; in-8°.

Nachrichten.... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* nos 23 à 28, 1872; n° 1, 1873; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; janvier 1873; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; décembre 1872; janvier 1873; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; janvier 1873; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 1, 2, 3, 1873; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; 3e année, nos 47, 48, 1872; 4e année, nos 6 à 9, 1873; in-8°.

Revue maritime et coloniale; décembre 1872, janvier 1873; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; janvier 1873; in-8°.

Revue agricole et horticole du Gers; décembre 1872; in-8°.

Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; Napoli, ottobre, novembre 1872; in-4°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; n° 21, 1872; n° 1. 1873; in-8°.

The Journal of the Franklin Institute; décembre 1872; in-8°.

The Food Journal; nos 36, 37, 1873; in-8°.

The Mechanic's Magazine; nos des 4, 11 janvier 1873; in-4°.

Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft; octobre 1872; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 FÉVRIER 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

SÉRICICULTURE. — *Note relative à un Rapport de M.* Cornalia *sur les éducations de vers à soie en* 1872; par **M. Pasteur.**

« Notre savant Correspondant de la Section d'Économie rurale, M. Cornalia, Directeur du Muséum d'histoire naturelle de Milan, m'a prié de faire hommage à l'Académie d'un Rapport très-intéressant qu'il a lu à l'Institut royal de Lombardie, au sujet des éducations de vers à soie en 1872.

» Ce Rapport a été fait à l'occasion d'un concours pour un prix à décerner au sériciculteur qui aurait appliqué avec le plus d'intelligence et de succès les procédés du grainage cellulaire. Ce prix a été décerné à M. l'ingénieur Susani pour son bel établissement de grainage cellulaire de Rancate, près Milan.

» L'année 1872, si pluvieuse et si froide pendant le mois de mai et la première quinzaine du mois de juin, a été très-défavorable au succès des éducations de vers à soie, aussi bien en Italie qu'en France. Des échecs nombreux en ont été la conséquence obligée. Comme le commerce des graines avec le Japon est très-opposé, par intérêt personnel, à la régénération de nos belles races indigènes; qu'en outre un certain nombre de personnes sont portées à nier même les plus heureuses applications de la

science, on n'a pas manqué de s'armer, en Italie et en France, des échecs dont je parle pour mettre ceux-ci à la charge du procédé que la reconnaissance des amis de la sériciculture veut bien nommer le *procédé Pasteur*, ce qui est pour moi une des plus précieuses récompenses de mes efforts. « On » exagérait donc le mal et l'on taisait le bien, m'écrit M. Cornalia, et j'ai » dû pour ce motif me livrer à une enquête minutieuse, afin d'établir la » vérité sur des documents précis. »

» Par cette enquête, M. Cornalia n'a pas obtenu moins de trois cent quarante-huit résultats d'un nombre égal d'éducations de 1872.

» Voici quelques-unes des principales conclusions du travail de l'éminent bacologue italien :

» 1° L'éducation des races jaunes de sélection cellulaire est allée bien mieux qu'on ne le disait.

» 2° Aucune des éducations faites avec la graine cellulaire n'a souffert de la pébrine. La flacherie seule a apporté quelques ravages, et pourtant, malgré l'influence de la plus mauvaise saison, il y a eu des résultats magnifiques.

» 3° Depuis 1867 (1867 est la première année de l'application de mon procédé), la situation a bien changé : l'infection corpusculeuse a diminué en Italie, tandis qu'elle a augmenté au Japon, résultat dû évidemment à l'emploi du microscope.

» Cette conclusion, comme les précédentes, est établie sur les preuves les plus multipliées.

« Tout ceci, m'écrit M. Cornalia, est de l'histoire. Lisez mon Rapport » et vous jugerez. »

» Voici un dernier fait remarquable tiré de ce même travail : M. Cornalia a comparé le rendement des graines cellulaires japonaises avec celui des cartons; il a constaté le rendement de cinquante et une éducations de ces premières graines, et il en a trouvé :

	15	ayant donné un rendement de	21 à 30kg	à l'once.
	16	»	31 à 40	»
	11	»	41 à 60	»
Total......	42			

» Or ces rendements sont bien meilleurs que ceux qu'ont donné les cartons originaires du Japon.

» On voit, par l'ensemble de ces résultats, combien sont erronées les idées d'épidémie et d'infection locales que soutiennent encore divers sérici-

culteurs, qui s'efforcent vainement de mettre à l'actif de leurs idées préconçues l'amélioration graduelle de plus en plus grande de la sériciculture. Cette amélioration est due, comme l'affirme avec tant d'autorité M. Cornalia, à l'extension de l'emploi du microscope et des procédés de sélection cellulaire.

» L'erreur a un éclat passager; la vérité est durable et grandit chaque jour. Si le procédé de confection de la graine saine des vers à soie que j'ai fait connaître en 1867 n'atteignait pas le but qu'il se propose, il n'en serait plus question aujourd'hui; ce procédé serait depuis longtemps tombé devant les attaques nombreuses et vives dont il a été l'objet au moment où je l'ai publié. Bien au contraire, il se propage de plus en plus dans toutes les contrées séricicoles de l'Europe, et le nombre des microscopes pour l'appliquer est si grand, que les constructeurs de cet instrument ne peuvent suffire aux demandes qui leur sont faites. Je crains même que cet empressement dans le progrès ne dépasse souvent la mesure, et que beaucoup de personnes ne livrent, sous le nom de *graines cellulaires*, des graines qui pourraient bien n'en avoir que le nom; mais c'est là encore un hommage indirect à l'excellence du procédé. »

HYDRAULIQUE. — *Note sur une propriété essentielle de l'appareil établi à l'écluse de l'Aubois;* par M. **A. de Caligny.**

« J'ai surtout étudié d'abord les moyens d'épargner le plus d'eau possible, quand on a construit l'appareil de mon invention appliqué à l'écluse de l'Aubois; mais on étudie en ce moment l'application de ce système à un nombre d'écluses tellement considérable, que la moindre économie dans le capital du premier établissement devient importante. Je me suis occupé de ce genre particulier de considérations dans mes Notes sur ce sujet, publiées dans les *Comptes rendus* des séances des 2 décembre 1872 et 27 janvier 1873. Celle-ci a pour but l'étude dont il s'agit et les propriétés spéciales de l'appareil, quand on adoptera une disposition ayant pour but de diminuer la dépense.

» Il vaut mieux, pour augmenter autant que possible l'épargne de l'eau, faire déboucher, comme je l'ai dit, le tuyau de conduite dans l'enclave des portes d'aval que dans la partie d'amont de l'écluse, même immédiatement en aval du *mur de chute*. Cela a plus d'importance pour le cas des grands bateaux chargés montants que pour celui des grands bateaux chargés descendants. Dans ce dernier cas, en effet, le tuyau de conduite peut d'abord

ne pas être *étranglé,* et ne l'être de plus en plus que pendant la descente du bateau, de manière même à ne l'être d'une façon très-importante que vers l'époque de la vidange de l'écluse à laquelle le jeu de l'appareil n'a plus qu'une utilité secondaire.

» Mais, quand l'eau entre dans l'écluse pour faire monter les grands bateaux chargés, il est utile qu'elle rencontre devant elle le plus d'espace possible ne contenant que de l'eau. Cependant, pourvu que les bateaux ne viennent pas heurter les portes d'aval, il y a lieu de penser qu'on pourra lâcher un peu les cordages, de manière à ménager un certain espace entre le mur de chute et les bateaux. Il ne paraît donc pas impossible de faire déboucher le tuyau de couduite dans l'écluse immédiatement en aval du *mur de chute,* d'autant plus qu'il y a bien des circonstances où les bateaux ne remplissent pas aussi complétement l'écluse que je l'ai supposé, et que d'ailleurs ils ne sont pas tous chargés. Quant à ceux qui descendent, on peut ajouter aux considérations exposées ci-dessus qu'ils doivent laisser derrière eux une certaine place, soit à cause de leur hélice, quand ils en ont, soit à cause de leur gouvernail.

» Si le tuyau de conduite de l'appareil débouche à l'endroit que je viens d'indiquer, il peut, comme dans l'autre hypothèse, être disposé le long du bajoyer de l'écluse, et être même, en partie du moins, dans ce bajoyer. Ainsi, sous ce rapport, l'économie du capital est la même dans l'un et l'autre cas.

» Mais il y a une différence essentielle provenant de ce que la tête de l'appareil, ayant des tubes mobiles, *au lieu d'être du côté de l'amont de l'écluse, pourra être du côté de l'aval.* La communication alternative entre le tube d'amont et le bief d'amont pourra se faire par une rigole à ciel ouvert, disposée dans le *terre-plein* de l'écluse. Quant à la rigole de décharge en aval, elle deviendra extrêmement courte. Quand il y aura un pont en aval de l'écluse, l'aqueduc, qui le traversera, dans ce cas perpendiculairement, pour établir la communication alternative avec le bief d'aval, sera plus court que s'il y avait une rigole de décharge disposée extérieurement aux talus du terre-plein. Enfin, quand il y aura, comme à l'écluse de l'Aubois, une rivière passant immédiatement en amont de l'écluse par un pont aqueduc, on sera complétement débarrassé de toute la partie des travaux qui a été difficile dans cette localité, où l'on voulait avant tout s'assurer que l'épargne de l'eau était encore plus grande qu'on ne l'avait annoncé, en donnant au tuyau de conduite et au canal de décharge les dispositions les meilleures pour le maximum d'effet.

» Il résulte de cette Note que, les deux rigoles pouvant être sensiblement rectilignes, la somme de leurs longueurs sera notablement moindre que dans le système existant, où l'on est obligé de disposer la rigole de décharge extérieurement au terre-plein, à moins de faire les frais d'un aqueduc, si l'on était dans des espaces resserrés, par exemple dans la traversée d'une ville.

» Cela évitera d'ailleurs d'obliger d'acheter le terrain de cette rigole de décharge. Il n'y aura aucune difficulté quant à la consolidation de cette rigole, qui même ne donnera lieu à aucun déblai pour une écluse neuve. Si l'on ne doit le hallage que d'un seul côté d'un canal, il ne sera pas nécessaire que la rigole d'amont soit recouverte.

» La disposition générale, objet de cette Note, est, comme on voit, en quelque sorte l'inverse de celle qui existe à l'Aubois. Si donc on voulait employer les grandes oscillations initiales et finales pour augmenter un peu l'épargne de l'eau, ce serait à la fin de la vidange et au commencement du remplissage de l'écluse qu'il y aurait des oscillations dans une capacité d'une section nécessairement beaucoup moindre que celle de l'écluse. Je n'entre pas ici dans ces détails, parce qu'il peut être plus utile en général de ne pas profiter de ces grandes oscillations, lorsqu'en s'en privant on pourra accélérer notablement le service; je vais donc plutôt insister sur la manière dont les choses doivent être considérées à ce dernier point de vue.

» J'ai parlé, dans une Note du 27 janvier dernier, de la diminution de résistance que les bateaux montants ou descendants éprouvent à sortir de l'écluse ou à y entrer. Dans un cas, il entre de l'eau derrière le bateau sortant, parce qu'il passe d'abord de l'eau devant lui, c'est-à-dire par le bief d'amont, dans le grand tuyau de conduite. Dans l'autre cas, le bateau entrant chasse devant lui de l'eau qui passe par ce grand tuyau de conduite, de sorte que, dans l'un ou l'autre cas, on évite de faire passer autant d'eau au-dessous de lui ou autour de ses flancs.

» Dans la disposition, objet de cette Note, ce n'est plus pour le passage du bateau au niveau d'amont que cette diminution de résistance aura lieu, mais pour le passage au niveau d'aval. Les mêmes observations sont à faire relativement à ce dernier niveau, avec la différence que ce sera le bateau montant qui entrera dans l'écluse, et le bateau descendant qui en sortira.

» Il resterait à faire, relativement à la disposition, objet de cette Note, quelques études tout à fait spéciales sur le mouvement des ondes qui en résulteront. Il y a lieu de penser que les portes d'aval s'ouvriront d'elles-

mêmes encore plus facilement que si l'on faisait déboucher le tuyau de conduite dans l'enclave de ces portes, parce que, dans l'état actuel des choses, à l'écluse de l'Aubois, le mouvement de l'eau à la fin de la vidange de l'écluse, quand le tube d'aval reste levé, se dirige plus ou moins vers ces portes; de sorte qu'il doit en résulter une pression *hydraulique* quelconque plus forte que la pression *statique*, par suite de divers phénomènes dont j'ai dit quelque chose dans une Note imprimée dans les *Comptes rendus*, séance du 21 octobre dernier. Il est d'ailleurs à remarquer que, la somme de la longueur totale des deux rigoles étant moindre que la longueur développée de la rigole de décharge existante, c'est une raison pour espérer une diminution quelconque dans une des causes de déchet.

» Quant aux ondes résultant de l'entrée alternativement interrompue de l'eau d'amont dans le système, il n'y a pas lieu de penser que cela ait quelque importance pratique, si la section de la rigole d'amont est suffisante, d'après ce qui a été observé pour la rentrée alternative d'une partie de l'eau d'aval dans le sas au moyen de la disposition existant à l'écluse de l'Aubois (1). »

---

(1) Dans le cas où l'on ne serait pas préoccupé de l'économie du capital et où l'on jugerait convenable de faire deux appareils pour une même écluse, l'un des tuyaux de conduite débouchant dans l'enclave des portes d'aval, comme dans la construction existante, on jouirait de l'avantage essentiel de diminuer la résistance des bateaux entrants ou sortants, non-seulement au niveau du bief d'aval, comme je viens de le dire, mais aussi au niveau du bief d'amont, comme à l'écluse de l'Aubois. Ce serait donc une raison pour que la durée du passage des bateaux fût notablement diminuée.

» On pourrait d'ailleurs faire l'opération d'autant plus vite, que l'écoulement se faisant alors par les deux extrémités de l'écluse, soit pour le remplissage, soit pour la vidange, il y aurait plus de régularité dans les mouvements. Les deux appareils pouvant avoir les mêmes dimensions et fonctionner aux mêmes époques, un seul éclusier pourrait les faire marcher au moyen d'un cable télo-dynamique.

» Dans le cas où l'on emploierait ainsi deux appareils, il faudrait détourner convenablement au moins l'une des extrémités d'un des grands tuyaux de conduite, de manière que les tubes mobiles ne fussent pas endommagés par le hallage. Mais je n'entrerai pas ici dans ce détail, quoiqu'il m'ait paru utile d'indiquer d'une manière générale la possibilité d'employer en même temps deux appareils, cette indication étant au moins un complément intéressant de ce que j'ai dit pour faire bien comprendre toutes les propriétés du système.

» On verra, par la pratique, ce qui sera le plus avantageux, soit de n'employer qu'un seul appareil, soit d'en employer deux, dont chacun aurait des sections moindres que celui qui serait employé seul. Cela pourrait être à certains égards une cause d'économie dans le capital du premier établissement, si les deux tuyaux de conduite pouvaient être entièrement compris dans les bajoyers. L'avantage de faire écouler l'eau en même temps par les deux

M. DE JACOBI adresse à l'Académie, au nom de M. Winberg, Directeur de l'Imprimerie impériale de Saint-Pétersbourg, quelques planches de cuivre et divers exemplaires de gravures reproduites par les procédés héliographiques.

(Renvoi à la Section de Physique.)

RAPPORTS.

TOXICOLOGIE. — RAPPORT VERBAL *sur un ouvrage de M.* Fayrer, *professeur au collége médical de Calcutta, intitulé* « Histoire des Serpents venimeux de l'Inde, *ou* The Thanatophidia of India; » par M. DUMAS.

« Cet ouvrage, dont l'Académie m'a chargé de lui rendre compte, est accompagné de 31 très-belles planches; il contient une étude zoologique complète des Serpents venimeux de l'Inde.

» Sous le rapport de leurs caractères anatomiques et de leur distribution géographique, je me borne à le signaler aux zoologistes.

» Il renferme une triste statistique des décès causés par la morsure des Serpents, fournie, pour l'année 1869, par les secrétaires des agents politiques des huit gouvernements suivants :

Bengale.	Provinces centrales.
Provinces nord-ouest.	Inde centrale.
Punjab.	Bajpootans.
Oude.	British Burmah.

» Ces rapports ne contiennent que les cas survenus dans une partie de l'Inde; car les présidences de Madras et de Bombay ne sont pas comprises dans cette statistique. Si les renseignements étaient complets, on aurait un chiffre de mortalité beaucoup plus considérable, et cependant, on va le voir, il est déjà énorme.

» Les différentes espèces de Serpents étant classées suivant la gravité relative de leur morsure, le *Cobra* occupe la première place; le *Knait* (*Bungarus cæruleus*) vient ensuite. Quant à ces accidents, que les relevés attribuent à des *Serpents divers* ou *non reconnus*, ils doivent être rapportés soit au *Cobra*, soit aux espèces ou genres suivants : *Bungarus cæruleus*, *Hamadryas*, *Daboia*, *Bungarus fasciatus*, *Hydrophis*, et quelques-uns à l'*Echis carinata* et au *Trimeresuri*, quoiqu'il y ait lieu de croire que la morsure de ces derniers entraîne rarement la mort.

---

extrémités de l'écluse paraît être d'ailleurs intéressant pour la rapidité des manœuvres, tout en évitant des dangers pour les bateaux, dans les circonstances où la navigation devrait être plus rapide qu'à l'ordinaire.

» Quand un *Cobra*, un *Hamadryas*, un *Bungarus* ou un *Daboia* bien portants ont inoculé leur venin, il y a très-peu de chances, si même il en existe, de sauver la personne mordue. Si toutes les morsures ne sont pas mortelles, c'est que le Serpent n'est pas toujours dans des conditions qui lui permettent d'inoculer réellement son poison dans la blessure.

» 48 districts du Bengale, pour la seule année 1869, ont eu 6219 morts constatées par suite de morsures de Serpents.

» Sur ce nombre, on comptait 2374 personnes du sexe masculin âgées de plus de douze ans, 2576 du sexe féminin au-dessus de douze ans, 663 garçons et 606 filles, ce qui faisait un total de 3037 personnes du sexe masculin et 3182 du sexe féminin.

» Tous les rapports n'ont pas fourni ces détails. Le nombre des morts constatées sans distinction d'âge ni de sexe se distribue ainsi :

Bengale, y compris Assam et Orissa...	6645
Provinces nord-ouest.............	1995
Punjab..........................	755
Oude..........................	1205
Provinces du centre..............	606
Inde centrale.....................	90
British Burmah..................	120
Total................	11416

» Ce total considérable est encore au-dessous de la vérité. Si la police tenait un compte exact des morts occasionnées par la morsure des Serpents, M. Fayre estime qu'elles s'élèveraient au moins à 20000 par an, rdans tout l'Hindoustan.

» La surface sur laquelle les observations ont été faites représente environ le quart de la péninsule de l'Hindoustan, et compte une population de 120972263 âmes.

» Le venin des Serpents produit ses effets délétères, soit en paralysant complétement les centres nerveux, ce qui amène une dissolution rapide, soit en les paralysant d'une manière partielle et en empoisonnant le sang, ce qui occasionne des accidents pathologiques complexes et peut, suivant les espèces et les circonstances, produire des symptômes de gravité fort différente (1).

(1) Il est très-difficile de reconnaître si l'action sur le système nerveux précède ou suit celle que le venin exerce sur le sang, que je suis porté à considérer comme étant l'action primitive. Ce sujet exige des études approfondies et ne peut être éclairé qu'en constatant par des expériences precises les effets produits par des doses graduées du venin de chaque espèce de Serpents. (*Note du Rapporteur.*)

» Les effets observés dépendent : 1° de la nature du Serpent, de sa situation au moment de la morsure, de la quantité et de la qualité du poison, des circonstances dans lesquelles la morsure a été faite; 2° de l'espèce, de la taille et de la vigueur de la créature vivante mordue, et des circonstances au milieu desquelles elle reçoit la morsure.

» Si le poison des Serpents, quand il a tout son effet, tue en attaquant les sources de la force nerveuse, c'est aussi un poison irritant, car, appliqué sur une muqueuse ou sur la conjonctive, il occasionne une inflammation locale violente; l'absorption ayant lieu, les symptômes de l'empoisonnement général se produisent en même temps.

» Si la créature mordue survit, la blessure et les parties avoisinantes sont affectées de charbon et engendrent la septicémie. Le poison entre dans la circulation par absorption, atteint les centres nerveux, et produit, suivant sa quantité ou son intensité, des symptômes locaux ou constitutionnels, ou même la mort. S'il pénètre par une grosse veine, telle que la jugulaire, la mort peut être presque instantanée.

» Le sang lui-même est affecté par le poison; l'auteur n'a pas pu y découvrir de changements dans l'apparence des corpuscules, et il est hors d'état d'en préciser les changements chimiques, mais son altération ne lui laisse aucun doute. Dans les animaux inférieurs, la morsure des vipérides détruit généralement dans le sang la faculté de se coaguler, tandis que, après la morsure des colubrines, le sang se coagule encore après la mort.

» Le sang étant l'intermédiaire par lequel le poison agit, il est certain que le premier objet devrait être d'empêcher celui-ci de pénétrer dans la circulation, de neutraliser son effet s'il a déjà pénétré, ou de procurer son évacuation. L'absorption a lieu si rapidement qu'on a été jusqu'à supposer que quelques-uns de ces poisons agissaient par la transmission d'un choc à travers le système nerveux. En général, il n'y a pas de raison, toutefois, de supposer que le venin agisse autrement qu'en atteignant les centres nerveux après avoir passé par le système vasculaire.

» Le sang reste liquide lorsque la morsure est faite par le Daboia, et se coagule immédiatement quand la morsure est faite par un Cobra.

» Ce que l'on sait de la constitution chimique du poison du Cobra se réduit à l'analyse faite par M. Henry Armstrong, à Londres.

» Le poison qui lui avait été envoyé était contenu dans de petits flacons, et consistait en une sorte de matière sirupeuse brunâtre; une quantité de gaz s'en échappa lorsqu'on déboucha les flacons. On examina le poison

brut, le précipité produit par l'addition de l'alcool, enfin le résidu de l'évaporation du liquide alcoolique filtré.

» A. Le poison brut, évaporé sur de l'acide sulfurique dans le vide, laissait une masse friable qui, à l'analyse, contenait 43,55 pour 100 de carbone, et 13,43 d'azote.

» B. Le précipité blanc produit par l'alcool et séché dans le vide sur l'acide sulfurique constituait une masse d'un brun pâle facile à pulvériser, laissant un léger résidu minéral par l'incinération. Ce précipité contenait 45,3 pour 100 de carbone et 14,7 d'azote.

» Dans un second essai sur d'autres produits, on obtenait 46,0 pour 100 de carbone et 13,9 d'azote.

» Enfin, dans une troisième analyse, 46,0 pour 100 de carbone et 6,6 d'hydrogène.

» On a déterminé le soufre en chauffant le produit avec une petite quantité d'acide nitrique, et, précipitant le soufre à l'état de sulfate de baryte, on en a trouvé 2,5 pour 100.

» C. La solution alcoolique évaporée sur l'acide sulfurique, dans le vide, laisse une masse friable d'un brun pâle, contenant 43,04 pour 100 de carbone, 12,45 d'azote et 7,0 d'hydrogène.

» Voici les résultats de ces analyses comparés à ceux que fournit l'albumine.

	A	B	C	Albumine.
Carbone...........	43,55	45,76	43,04	53,5
Azote.............	13,30	14,30	12,45	15,7
Hydrogène..........	»	6,60	7,00	7,1
Soufre.............	»	2,5	»	»
Cendres............	»	»	»	»

» Il convient d'observer que A n'était pas contenu dans les mêmes flacons que B, C.

» Par aucun moyen on n'a pu convertir la matière de ces poisons en produits cristallisables. C'est en vain qu'on a essayé l'usage de divers dissolvants : l'eau, l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone; aucun d'eux n'a laissé trace de cristaux par l'évaporation.

» L'acide azotique, l'alcool y déterminent un coagulum; la chaleur produit le même effet. Les sels de cuivre et la potasse y font naître la coloration violette caractéristique de la présence des matières albuminoïdes.

Le poison du Cobra consiste donc en une liqueur contenant des pro-

duits albumineux. Il résiste à la décomposition. Les produits bruts envoyés à Londres, conservés en vases fermés, quoique altérés, n'en avaient pas moins conservé leur activité. Le produit brut sirupeux, le même produit desséché dans le vide, enfin l'alcool qui avait formé un précipité dans la liqueur vénéneuse, filtré et évaporé, ont tous les trois offert par leur action sur les animaux les caractères du poison lui-même.

» D'après les résultats donnés par l'analyse chimique, on serait disposé à rapprocher les venins de ce genre des ferments proprement dits, ainsi qu'on l'a déjà fait pour le virus du vaccin, dans ces derniers temps. Mais nous savons bien peu de chose sur ce sujet si digne d'intérêt; il réclame des expériences directes que l'on pourrait effectuer au moyen du venin de la vipère, comme je m'en suis assuré, autrefois, par des expériences que les circonstances m'obligèrent à interrompre.

» En les résumant aujourd'hui, je serais porté à considérer le venin de la vipère comme agissant sur le sang directement et sur le système nerveux secondairement. C'est une étude de nature à fournir à la Physiologie des résultats importants et peut-être à la Thérapeutique des moyens d'action nouveaux. Rien ne prouve que, par un emploi raisonné et gradué, ce poison redouté ne puisse se convertir en utile remède; rien ne prouve non plus qu'une étude systématique ne puisse pas en faire découvrir le contre-poison. On peut, en tout cas, dans l'état de la science qui permet de les aborder avec fruit, recommander de telles recherches avec confiance aux expérimentateurs. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

SÉRICICULTURE. — *Sur la maladie des vers à soie;* Note de M. J. RAULIN.

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie deux Mémoires relatifs à la sériciculture :

» L'un a pour titre : *Des éducations de vers à soie en vue du grainage;* j'y expose comment on peut appliquer les belles découvertes de M. Pasteur sur la maladie des vers à soie, afin d'obtenir sûrement, dans les pays les plus infectés, des cocons bons pour graines, à l'aide d'éducations convenablement dirigées.

» L'autre Mémoire, qui est une suite des travaux de M. Pasteur sur la maladie des morts-flats, met en évidence une influence nouvelle et con-

sidérable sur le phénomène de la flacherie : *l'influence propre de la saison*. Il se résume dans les points suivants :

» Dans les éducations ordinaires des vers à soie, c'est au moment où les bourgeons du mûrier s'épanouissent qu'on met la graine à incubation. Cependant on a aussi essayé d'élever des vers à soie à d'autres époques de l'année : on sait vaguement que la maladie, à ces diverses époques, ne présente pas toujours les mêmes apparences, et l'on possède à cet égard d'intéressantes observations; mais ces faits sont épars : on n'en connaît pas les lois; on ignore à quelle influence ils se rattachent.

» Les expériences que je poursuis depuis plusieurs années m'ont permis de constater des variations remarquables dans l'intensité de la flacherie aux diverses époques de l'année, d'en déterminer les lois, de préciser l'influence à laquelle elles se rapportent.

» Au printemps, les graines saines de races de pays réussissent généralement et donnent des cocons lorsqu'elles sont convenablement élevées.

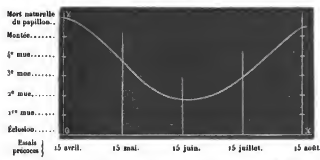
» Or, à Alais, j'ai élevé dans des conditions diverses, vers le mois de juin, c'est-à-dire un mois au moins après l'époque des éducations ordinaires, des vers à soie issus de graines de pays dont l'hivernage avait été prolongé artificiellement, et j'ai vu ces vers périr par la flacherie dès la deuxième ou la troisième mue.

» Je me suis assuré que cette mortalité précoce ne tient ni à la nature de la feuille, ni à la température, ni à l'état hygrométrique de l'air, ni à la contagion par les éducations voisines atteintes de maladie, ni à l'affaiblissement de la graine par suite d'un trop long hivernage, mais à une *influence propre de la saison*, qui est considérable.

» En effet, de la graine d'une race de vers à cocons jaunes a été hivernée à la manière ordinaire et maintenue dans la glace pendant l'été; de temps en temps on a prélevé des échantillons qu'on a fait éclore et élever au Pont-Gisquet, près d'Alais, dans des conditions identiques : les échantillons élevés au printemps ont bien réussi, mais les suivants ont été atteints de la flacherie, qui s'est manifestée de meilleure heure à mesure que la saison s'avançait. Dans les échantillons éclos vers le 15 juin, elle a apparu dès la deuxième mue. A partir de cette époque, elle a été de plus en plus retardée jusque vers le 15 août, époque à laquelle on a de nouveau obtenu des cocons comme au printemps.

» Ces résultats sont représentés par la courbe ci-jointe, dont les ordonnées mesurent la durée de la vie des vers élevés aux diverses époques de l'année.

» Ces phénomènes paraissent se reproduire en tous pays; mais l'époque de la mortalité est d'autant plus retardée, et l'intensité de la flacherie d'autant moindre, que la végétation est plus tardive.



» Cette influence de la saison sur la flacherie a été également observée chez des vers à soie indigènes, issus de graines diversement traitées, en sorte qu'elle paraît être générale.

» Je ne saurais dire encore avec certitude quelle est la *cause prochaine* de cette influence de la saison sur la flacherie, mais je pense qu'elle réside dans une accumulation extraordinaire des organismes de la flacherie dans l'atmosphère vers les mois de juin et de juillet, organismes qui s'introduiraient avec la feuille de mûrier dans l'intestin des vers à soie et y produiraient la flacherie suivant les lois connues de la contagion.

» Ces résultats justifient la pratique qui consiste à mettre à incubation de très-bonne heure les graines des éducations ordinaires, et expliquent comment en automne on a pu faire avec succès des éducations de vers à soie. »

M. L. Hugo adresse une Note relative à un collier à grains polyédriques, conservé dans la salle des bijoux antiques du Louvre.

Ce collier est formé de treize grains, taillés dans une pierre hyaline, alternant avec des scarabées en cornaline rouge. Chacun de ces grains, dont la dimension est moindre que 1 centimètre, est percé, suivant un de ses diamètres, et taillé en cubo-octaèdre; il est entouré d'une armature composée de petites tiges plates, reliant ensemble les milieux des arêtes du polyèdre. Ces tiges forment ainsi une enveloppe de 26 polygones métalliques, qui représentent les arêtes d'un polyèdre d'un pareil nombre de faces, supposé inscrit dans le polyèdre primitif.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Erb, Mme Vivien-Javorsta adressent des Communications relatives au *Phylloxera*.

(Renvoi à la Commission.)

M. Brachet adresse une nouvelle Note relative à l'emploi des lentilles en rubis-spinelle et en corindon pour les objectifs de microscopes.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. J. Bieau adresse une Note relative à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. Pagliari adresse une Note relative à une eau chloro-ferrugineuse.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Bussy.

M. le Secrétaire perpétuel de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres informe l'Académie que MM. *Brunet de Presle* et *de Longpérier* ont été désignés pour examiner, conjointement avec MM. Mathieu et Faye, le Mémoire de M. Wild, intitulé « Recherches sur l'antiquité ».

CORRESPONDANCE.

M. Th. du Moncel prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à une place d'Académicien libre, actuellement vacante.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. P. Boileau adresse à l'Académie la liste de ses titres à l'occasion de sa candidature à la place de Correspondant actuellement vacante dans la Section de Mécanique.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Gaudin*, intitulé « Architecture du monde des atomes ».

Cet Ouvrage est renvoyé au concours du prix Gegner.

2° « L'Année scientifique » de M. *L. Figuier* (16e année);

3° Une brochure de M. *Verwaest*, intitulée « Étude générale et comparative des pharmacopées d'Europe et d'Amérique ».

Cet Ouvrage sera soumis à l'examen de M. Bussy.

4° Quatre Brochures de M. *de Chancourtois*, contenant les résumés de Communications faites à la Société géologique de France, avec additions manuscrites.

L'Académie reçoit une Lettre adressée par la famille du baron *Cauchy*, concernant le projet de réimpression des Œuvres mathématiques de l'illustre géomètre. Les quinze années qui se sont écoulées depuis sa mort ont permis de reconnaître les services que cette réimpression pourrait rendre aux diverses branches des sciences mathématiques; ses méthodes ingénieuses et puissantes sont déjà devenues une source féconde d'études et de recherches pour les éminents disciples qu'il a laissés. C'est pour conserver à la France la gloire des progrès réalisés par les idées et les théories de Cauchy que sa famille appelle l'attention de l'Académie sur l'opportunité que présenterait une publication de l'ensemble de ses Œuvres.

Cette Lettre sera transmise à la Section de Géométrie.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la classification des courbes gauches du sixième ordre;* Note de M. **Ed. Weyr**, présentée par M. Chasles (*).

« *Courbes de la classe* (3). — Ce sont les courbes du sixième ordre qui ne se trouvent sur aucune surface du second degré et qui, par conséquent, peuvent être engendrées par l'intersection d'une surface cubique et d'une surface du quatrième ordre : on reconnaît immédiatement que ce sont là les courbes du sixième ordre les plus générales.

» Par une courbe du sixième ordre C_6 de la classe (3) ne passe, en général, qu'une surface cubique; les courbes C_6 qui font partie de l'intersection de deux surfaces cubiques ne sont que des courbes spéciales de la classe (3). Pour prouver cette assertion, soient $U_6 = o$, $w = \frac{P_6}{Q_4}$ les équations d'une courbe C_6 de la classe (3) à six points doubles apparents; la position mutuelle des courbes $U_6 P_6$ et Q_4 a été déjà indiquée. Soit de plus $w^3 + A_1 w^2 + A_2 w + A_3 = o$ l'équation d'une surface cubique qui passe par notre courbe. En éliminant w entre cette équation et l'équation

(*) *Voir* t. LXXVI, p. 424.



de la surface monoïde, on obtient

$$\Pi_{12} = P_5^2 + A_1 P_5^2 Q_4 + A_2 P_5 Q_4^2 + A_3 Q_4^3 = 0,$$

équation qui représente la projection de la courbe commune à ces deux surfaces. On aura donc $\Pi_{15} = U_6 U_9$. La forme de l'équation $\Pi_{15} = 0$ prouve que cette courbe possède aux vingt points $P_5 = 0$, $Q_4 = 0$ des points triples; de là on conclut que le facteur U_9 aura en M_{13} et M_{14} des points triples, en $M_1, \ldots, M_{12}$ des points doubles, enfin en $O_1, \ldots, O_6$ des points simples. Ces conditions suffisent, en général, pour déterminer U_9, puisqu'elles sont équivalentes à 54 conditions simples. Donc il ne passera, en général, qu'une surface cubique par la courbe C_6. La démonstration sera la même pour les courbes à sept, huit, neuf ou dix points doubles apparents; seulement on trouvera que, dans ces cas, la courbe U_9 est assujettie respectivement à 55, 56, 57 et 58 conditions.

» Soit donc $S_3 = 0$ l'équation de la surface cubique qui passe par une courbe C_6 de la classe (3); choisissons sur C_6 vingt-cinq points, et menons par ces points une surface du quatrième ordre $S_4 = 0$, qui dépendra encore de neuf constantes et qui passera par C_6. Si l'on cherche à déterminer S_4 de manière qu'elle ait un point triple ou, ce qui revient au même, qu'elle devienne une surface monoïde, on aura pour ce point triple dix conditions. Ces conditions peuvent être remplies par un choix convenable des neuf constantes et des coordonnées du point triple. Ainsi l'on peut poser les équations de toute courbe du sixième ordre et de la classe (3) sous la forme $U_6 = 0$, $w = \frac{P_4}{Q_3}$.

» 1° *Courbe du sixième ordre* (3) *à six points doubles apparents.* — La courbe Q_3 rencontre U_6 en six points doubles $O_1, \ldots, O_6$ et en six points simples $M_1, \ldots, M_6$. Ces points sont aussi les douze points $P_4 = 0$, $Q_3 = 0$. Soit $w^3 + A_1 w^2 + A_2 w + A_3 = 0$ l'équation de la surface cubique qui passe par notre courbe C_6. En éliminant w entre cette équation et l'équation de la surface monoïde, nous obtiendrons l'équation

$$\Pi_{12} = P_4^3 + A_1 P_4^2 Q_3 + A_2 P_4 Q_3^2 + A_3 Q_3^3 = 0.$$

C'est l'équation de la projection de la courbe qui est l'intersection de la surface cubique par la surface monoïde; donc Π_{12} se décomposera en U_6 et un second facteur U'_6, de manière qu'on aura $\Pi_{12} = U_6 U'_6$.

» La forme de l'équation $\Pi_{12} = 0$ montre que cette courbe possède, aux points $P_4 = 0$, $Q_3 = 0$, des points triples; mais six de ces douze points, à savoir $O_1, \ldots, O_6$, sont points doubles et les autres $M_1, \ldots, M_6$ des points simples de U_6. La courbe $U'_6 = 0$ possédera donc en $M_1, \ldots, M_6$ des points

doubles et en $O_1, \ldots, O_6$ des points simples. Il s'ensuit de là qu'une courbe du sixième ordre (3), à six points doubles apparents, forme avec une autre courbe, de même espèce et déterminée d'une manière convenable, l'intersection complète d'une surface cubique par une surface du quatrième degré.

» Par notre courbe C_6 ne passe qu'une surface cubique; car, dans le cas contraire, C_6 serait une partie de l'intersection de deux surfaces cubiques; donc l'autre partie serait, d'après les formules de M. Salmon, une courbe du troisième ordre à nul point double apparent, c'est-à-dire une courbe plane. (Si l'on suppose que la courbe du troisième ordre est formée par trois droites concourantes en un point et non situées dans un plan, on arrive à deux surfaces cubiques qui ont un point double commun et alors la courbe C_6 possède sept et non six points doubles apparents). De là on conclut que C_6 serait située sur une surface du second ordre; elle ne serait donc pas de la classe (3).

» 2° *Courbe du sixième ordre* (3) *à sept points doubles apparents.* — Soient $U_4 = 0$, $w = \frac{P_4}{Q_3}$ ses équations. La courbe Q_3 passe par sept points doubles $O_1, \ldots, O_7$ de U_4 et coupe cette courbe encore aux points $M_1, \ldots, M_4$. La courbe P_4 passe aussi par ces onze points et rencontre Q_3 encore au point M_5 hors de U_4. Supposons l'équation de la surface cubique qui passe par notre courbe C_6 sous la même forme qu'auparavant; nous aurons $\Pi_{12} = U_6 U'_6$, et $U'_6 = 0$ possédera en M_5 un point triple, en $M_1, \ldots, M_4$ des points doubles, et passera par $O_1, \ldots, O_7$. On voit que l'intersection de la surface cubique par la surface monoïde du quatrième ordre est composée de deux courbes du sixième ordre de la même espèce (à sept points doubles apparents). Il peut arriver qu'une courbe C_6 de cette espèce se trouve sur deux surfaces cubiques qui, d'après les formules de M. Salmon, ont alors en commun une courbe cubique à un point double apparent ou bien trois droites concourantes en un point, comme il a été déjà dit.

» 3° *Courbe du sixième ordre* (3) *à huit points doubles apparents.* — Nous aurons de la même manière $\Pi_{12} = U_6 U'_6$, et la courbe $U'_6 = 0$ possédera deux points triples et deux points doubles. La courbe dans l'espace fera donc partie de l'intersection d'une surface cubique par une surface du quatrième ordre, dont l'autre partie sera une courbe de même espèce. Les formules de M. Salmon font voir qu'une courbe de cette espèce peut être sur deux surfaces cubiques qui passent par une courbe cubique (non propre) à deux points doubles apparents.

» 4° *Courbe du sixième ordre* (3) *à neuf points doubles apparents.* — Elle constitue, avec une courbe de même espèce, l'intersection complète d'une surface cubique par une surface du quatrième ordre. A cette catégorie appartient aussi la courbe du sixième ordre, commune à deux surfaces cubiques qui passent par les mêmes trois droites gauches.

» 5° *Courbe du sixième ordre* (3) *à dix points doubles apparents.* — En supposant les équations de cette courbe C_6 sous la forme $U_4 = 0$, $w = \frac{P_4}{Q_3}$, on remarque facilement que la courbe $U_4 = 0$ doit avoir un point triple O et sept points doubles $O_1, \ldots, O_7$. La courbe Q_3, passant par ces points, coupera U_4 encore en un point M_1, tandis que P_4, qui passe par tous ces points, déterminera avec Q_3 encore trois points M_2, M_3, M_4. La courbe U'_6 sera donc une courbe à trois points triples et un point double, qui représentent en tout dix points doubles apparents. Donc, en ce cas aussi, cette espèce des courbes du sixième ordre forme, avec une autre courbe de même espèce, l'intersection d'une surface cubique par une surface du quatrième ordre. Par une telle courbe ne passent jamais deux surfaces cubiques; car, dans le cas contraire, il y aurait une seconde courbe U'_6, ayant aussi des points triples en M_2, M_3, M_4, un point double en M_1 et passant par $O_1, \ldots, O_7$; les deux courbes U'_6, ayant $3.3.3 + 2.2. + 7$ points d'intersection, seraient donc identiques.

» 6° *Courbe du sixième ordre de la classe* (2.3). — On sait que cette courbe possède six points doubles apparents, et qu'elle est identique avec la courbe du sixième ordre à six points doubles apparents qui fait partie de l'intersection de deux surfaces cubiques. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes cycliques;* Note de M. Ribaucour, présentée par M. O. Bonnet.

« Dans un article inséré aux *Comptes rendus* (14 février 1870) j'ai nommé *système cyclique* un système triplement orthogonal, dont une famille a pour trajectoires des cercles. Un résultat énoncé par M. Darboux, dans le numéro du 13 janvier 1873, concernant l'un de ces systèmes, me conduit à revenir aujourd'hui sur ce sujet.

» J'ai annoncé (*loco citato*) que, *si des cercles sont normaux à trois surfaces, ils le sont à une infinité qui font partie d'un système orthogonal.* J'ai fait remarquer que des cercles normaux à une surface quelconque et à un plan sont normaux deux fois au plan, et par conséquent donnent naissance à un système cyclique. J'ai dit de plus que l'intégrale des surfaces trajectoires

des cercles conduit à une transformation des surfaces avec correspondance des lignes de courbure. Transformant par rayons vecteurs réciproques, on trouve le résultat énoncé par M. Darboux, qui d'ailleurs est nouveau par sa démonstration et les développements qui l'accompagnent.

» Je me propose de faire voir dans cette Note qu'*il suffit de connaître trois surfaces trajectoires d'une famille de cercles pour construire toutes les autres, sans intégration préalable.*

» Soit (A) l'une des surfaces données, sur laquelle nous traçons le réseau orthogonal formé par les courbes (v), normales aux plans des cercles, et leurs trajectoires (u). Soient, en A, AX tangente à (v), AY tangente à (u) et AZ normale à (A). Le point M du cercle (A) de rayon r décrit une surface trajectoire (M), dont la normale rencontre en O la droite AZ. Les sphères de centre O, tangentes en A à (A), ont pour enveloppe (M). Désignons par t la distance AO; les équations de la corde de contact calculées à l'aide de mes formules habituelles et en introduisant les éléments du réseau orthogonal sont

$$Xf + t(PX + SY) + \frac{dt}{du} Z = 0,$$

$$Yg + t(QY - RX) + \frac{dt}{dv} Z = 0.$$

Mais cette droite coïncide avec l'axe radical des cercles (A) et (O), qui a pour équations

$$Y = 0, \quad rX - tZ = 0;$$

identifiant, il vient

$$\frac{P}{r} + \frac{f}{r}\frac{1}{t} - \frac{d}{du}\left(\frac{1}{t}\right) = 0,$$

$$\frac{R}{r} + \frac{d}{dv}\left(\frac{1}{t}\right) = 0.$$

Pour que ces équations soient compatibles, il faut que

$$\frac{1}{t}\frac{d}{dv}\left(\frac{f}{r}\right) + \frac{d}{dv}\left(\frac{P}{r}\right) + \frac{d}{du}\left(\frac{R}{r}\right) - \frac{f}{r}\frac{R}{r} = 0.$$

Si les cercles sont normaux à deux surfaces distinctes de (A), l'équation est identique, puisqu'elle est vérifiée par deux valeurs de t, et il y a toute une famille de surfaces trajectoires. En désignant par U une fonction de u seule, les équations qui expriment l'identité donnent

$$\frac{f}{r} = \frac{U'}{U}, \quad \frac{P}{rU} = \frac{d\varphi}{du}, \quad \frac{R}{rU} = -\frac{d\varphi}{dv},$$

ce qui conduit à l'intégrale des surfaces trajectoires

$$\frac{1}{t} = \mathrm{U}(\varphi + c),$$

où c est la constante relative à chaque surface. Si l'on connaît deux surfaces trajectoires distinctes de (A), on détermine U et φ en fonction des deux valeurs t_1 et t_2 qui y correspondent, et l'on a

$$\frac{\frac{1}{t} - \frac{1}{t_1}}{\frac{1}{t} - \frac{1}{t_2}} = \frac{c - c_1}{c - c_2}.$$

Géométriquement, *les normales à trois surfaces trajectoires rencontrent la normale à une quatrième trajectoire en trois points qui forment avec le pied de celle-ci un groupe dont le rapport anharmonique est constant.*

» Ce théorème permet de construire le système cyclique par surfaces individuelles, correspondant aux diverses valeurs du rapport anharmonique; mais on peut mettre l'intégrale sous une forme telle que les surfaces soient accouplées.

» Dans le plan des ZX l'équation de la normale à (M) est

$$(1) \qquad 2r\mathrm{U}(\varphi + c)\,\mathrm{Z} = [\mathrm{U}^2 r^2 (\varphi + c)^2 - 1]\,\mathrm{X} + 2r.$$

En y remplaçant c par c_1 et c_2, on a les normales des surfaces (M_1) et (M_2), qui se coupent au point S, dont les coordonnées X et Y vérifient l'équation

$$(2) \qquad 2\mathrm{Z} = \mathrm{U}r(k + 2\varphi)\,\mathrm{X},$$

où k est égale à $c_1 + c_2$, obtenue en retranchant les équations des deux normales. (S) est la surface des centres d'une famille de sphères qui a pour enveloppe (M_1) et (M_2), et les équations (1) et (2), où c et k peuvent prendre toutes les valeurs possibles, définissent toutes les surfaces (S). Comme première conséquence :

» *Si l'on prolonge la normale à une surface trajectoire* (M_3) *jusqu'à la rencontre avec* AS, *et que du point d'intersection on mène une seconde tangente au cercle, le lieu du point de contact est une surface trajectoire.*

» En particulier, *la droite* AS *coupe le cercle en un second point* A' *qui décrit une surface trajectoire.*

» Il est clair que AS peut être remplacée par toute droite joignant à chaque instant deux points qui décrivent des surfaces trajectoires. J'appellerai ces droites des *cordes* et *points limites* d'une corde ses points d'intersection avec le cercle.

» On obtiendra le point limite A′ de la corde AA′ en donnant à c la valeur $\frac{k}{2}$.

» Prenons sur la corde AA′ deux points S et S′ correspondant à deux couples de surfaces trajectoires déterminés par les constantes c et c'; l'abscisse du point S est

$$X = \frac{2r}{U^2 r^2 (\varphi + c)(\varphi + k - c) + 1}.$$

On aura celles de S′ et de A′ en remplaçant c par c' et $\frac{k}{2}$.

» Formant l'expression du rapport anharmonique des quatre points A, A′, S, S′, on trouve

$$\left(\frac{c - \frac{k}{2}}{c' - \frac{k}{2}}\right)^2;$$

on a, par conséquent, ce théorème :

» *Sur une corde donnée, deux points*, S *et* S′, *intersection des normales à deux couples de surfaces trajectoires associées, forment, avec les points limites, un groupe dont le rapport anharmonique est constant.*

» Soient deux couples de normales à des trajectoires, déterminées par les constantes c_1 et c_2, qui correspondent au point d'intersection $S_{(1,2)}$ et c_3, c_4 correspondant au point d'intersection $S_{(3,4)}$. L'équation de la droite $S_{1,2}$, $S_{3,4}$ est

$$(3)\left\{\begin{aligned} &M[2rU\varphi Z - (U^2r^2\varphi^2 - 1)X - 2r] + N[2rUZ - 2U^2r^2\varphi X] \\ &\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad - PU^2r^2X = 0. \end{aligned}\right.$$

$$M = (c_3 + c_4) - (c_1 + c_2).$$
$$N = c_3 c_4 - c_1 c_2.$$
$$P = c_3 c_4 (c_1 + c_2) - c_1 c_2 (c_3 + c_4).$$

» On vérifie aisément que, si C et C′ sont deux constantes qui satisfont à la relation

$$(C + C')N - CC'M = P,$$

elles définissent deux surfaces trajectoires dont les normales se rencontrent toujours sur $S_{(1,2)}$, $S_{(3,4)}$; d'où ce théorème :

» *La droite qui joint deux points* S *et* S′, *intersection des normales à deux couples de surfaces trajectoires associées, est une corde.* L'équation (3), où M, N, P sont des constantes arbitraires, représente une corde quelconque.

» Tels sont les résultats que je voulais signaler; on en trouverait probablement d'analogues dans l'étude des faisceaux de courbes algébriques normales à une famille de surfaces. »

MÉTALLURGIE. — *Recherches sur la dissolution des gaz dans la fonte, l'acier et le fer;* Note de MM. **L. Troost** et **P. Hautefeuille**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Depuis que l'un de nous a étudié, en collaboration avec M. H. Sainte-Claire Deville, la porosité de l'acier et du platine à haute température, on a publié un grand nombre de travaux sur la dissolution des gaz dans les métaux. Graham s'est attaché, dans le cours de ses belles recherches, à déterminer quels sont les gaz que les divers métaux peuvent dissoudre avant leur température de fusion. Le colonel Caron a fait connaître les effets produits par les gaz qui se dégagent du cuivre et de l'acier au moment de leur solidification. M. Cailletet a, par des procédés très-exacts, recueilli et analysé les gaz que donne la fonte maintenue en fusion dans une poche de fonderie, etc.

» Dans le Mémoire que nous présentons aujourd'hui, nous nous sommes préoccupés de rechercher l'origine et le mode de production des gaz de la fonte, du fer et de l'acier.

» Il est généralement admis que le fer, la fonte et l'acier jouissent de la propriété de dissoudre à haute température des gaz qui se dégagent en partie quand la température s'abaisse. S'ensuit-il que le dégagement, qui accompagne les coulées faites sur une large échelle, puisse s'expliquer par cette seule propriété? Nous ne le pensons pas, et nous montrerons qu'on peut le produire dans des conditions où les variations de température sont trop faibles pour modifier la solubilité des gaz. En effet, les bulles qui se dégagent, de même que celles qui forment les soufflures constatées dans les métaux après leur refroidissement, ne sont pas uniquement déterminées par un phénomène analogue au *rochage;* leur dégagement est souvent accompagné d'un changement appréciable dans la composition chimique de la fonte ou de l'acier, comme les expériences suivantes permettent de le reconnaître.

» Le bouillonnement de la fonte ou de l'acier, que les métallurgistes observent journellement, peut être facilement étudié dans les laboratoires. Il suffit de maintenir la matière en fusion dans des appareils en terre réfractaire pour le constater; le phénomène se continue aussi longtemps qu'elle reste fondue sans variation sensible de température. Ce dégagement n'est pas dû à une action du métal sur les gaz oxydants de l'atmosphère (va-

peur d'eau ou acide carbonique), car il se manifeste en leur absence. Une fonte maintenue en fusion pendant soixante-douze heures dans un appareil bien clos et sous une faible pression dégageait encore du gaz à la fin de la troisième journée. Cette même fonte, placée dans une atmosphère d'oxyde de carbone ou d'hydrogène, se conduit comme dans le vide sec (1), et l'analyse nous a montré que le gaz qui se dégage est de l'oxyde de carbone. La production continue de ce gaz ne peut pas provenir des gaz dissous, puisque la température reste stationnaire; elle résulte d'une réaction de la fonte sur la nacelle de porcelaine : c'est, en effet, ce que l'analyse nous a appris. Nous avons reconnu que la fonte perd du carbone et s'enrichit en silicium. Nous avons pu suivre l'enrichissement en silicium, avec production d'oxyde de carbone sur des fontes contenant jusqu'à 8 pour 100 de silicium. Au delà de cette teneur, la température de fusion du métal s'élève tellement qu'il nous a fallu renoncer à étudier la réaction dans des tubes de porcelaine.

» Ces premières expériences montraient bien qu'à une température supérieure à celle de la fusion de la fonte le carbure de fer jouit de la propriété de réduire la silice (2), mais elles ne permettaient pas d'atteindre la tension que l'oxyde de carbone doit exercer, pour qu'il y ait autant de silicium oxydé qu'il s'en produit par l'action du carbone et du fer sur la silice et les silicates.

» Nous avons dû nous borner, pour le moment, à déterminer l'enrichissement en silicium d'une fonte en fusion, sous une pression d'oxyde de carbone voisine de celle que possède ce gaz dans les foyers métallurgiques. Nous avons eu recours à l'emploi de la *gaize*, substance réfractaire très-siliceuse et très-pauvre en alcalis (3).

» Une fonte grise, qui contenait 0,21 pour 100 de silicium et 5,32 de carbone, a été chauffée dans un creuset de gaize d'une très-grande épaisseur, placé au milieu d'un creuset de plombagine brasqué avec du charbon

(1) Dans toutes ces expériences, le dégagement des gaz est accompagné de projections; il faut donc avoir soin de garantir la couverte du tube de porcelaine, car elle cesse d'être imperméable dès qu'elle est attaquée par le fer.

(2) Le colonel Caron, dans une Note insérée aux *Comptes rendus*, t. LXII, p. 266, dit : « Ceux qui n'admettent pas comme démontrée l'absorption directe (des gaz) penseront que les soufflures de l'acier, fondu en creuset et abandonné à un refroidissement lent, proviennent d'un dégagement de gaz produit par l'action du carbone sur un corps qui se trouve mélangé ou dissous dans l'acier. »

(3) *Voir*, pour les analyses de la gaize, le Mémoire de MM. H. Sainte-Claire Deville et Desnoyers (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 581).

des cornues. Dans ces conditions, l'atmosphère gazeuse en contact avec la fonte est formée d'oxyde de carbone et d'hydrogène, comme dans les fours à coke de l'industrie. Après vingt-quatre heures de chauffe, nous avons constaté que la gaize est fortement rongée autour de la fonte enrichie en silicium, et qu'il s'est produit un silicate acide de protoxyde de fer. Quelques globules de métal se sont creusé des cavités de plus de 2 centimètres dans l'épaisseur de la matière siliceuse.

» La même expérience répétée avec l'acier a donné des résultats analogues (1). La fonte et l'acier, analysés avant et après ces expériences, ont fourni les nombres suivants :

	Silicium.	Carbone.
1° Fonte primitive	0,21	5,32
Fonte après 48 heures de chauffe dans la porcelaine	0,87	5,20
Fonte après 24 heures de chauffe dans la gaize	1,07	3,90
Globule s'étant creusé un canal dans la gaize (2)	3,4	»
2° Acier fondu primitif	0,10	1,54
Acier maintenu 24 heures en fusion dans un creuset de Hesse	0,26	0,74
Acier maintenu 24 heures en fusion dans la gaize	0,80	0,70

» Cette action de la fonte et de l'acier sur les matières siliceuses montre que, toutes les fois que l'on voudra éviter d'introduire du silicium dans le métal, on devra le fondre dans des vases en chaux ou en magnésie.

» Comme dans les hauts-fourneaux, le carbone, le fer et les silicates se trouvent en contact, la réaction que nous venons de signaler commence à se produire dans l'*ouvrage* et les *étalages ;* elle se continue dans le *creuset* si les parois sont très-siliceuses ; elle concourt donc à l'enrichissement de la

---

(1) En chauffant du siliciure de fer dans des creusets de gaize, nous avons constaté qu'un alliage de 20 pour 100 de silicium, et contenant seulement quelques dix-millièmes de carbone, pouvait y être maintenu en fusion pendant plusieurs jours, sans perdre ni gagner sensiblement de silicium. De petites quantités de carbure de fer suffisent donc pour compenser, en présence de scories très-riches en silice, l'élimination du silicium des fontes, élimination étudiée par le colonel Caron [*Influence de l'impureté du fer* (*Comptes rendus*, t. LII, p. 1190)]. Quant au silicium pur, lorsqu'on le chauffe dans une nacelle en charbon, il est lentement oxydé par l'oxyde de carbone à sa température de fusion. L'oxydation ne devient rapide, comme on le constate par l'absorption de l'oxyde de carbone, que lorsqu'on atteint la température à laquelle la porcelaine se ramollit. Mais, à ces températures, l'oxyde de carbone est en grande partie dissocié, de sorte que l'oxydation peut être due en grande partie à l'oxygène libre ; on aperçoit, dans ces conditions, de petits nuages de charbon incandescent rappelant le carbone des flammes.

(2) Ce résultat montre l'influence de l'augmentation de la surface de contact du métal avec la matière siliceuse.

fonte en silicium; ce ne doit cependant pas être la cause principale de la production des fontes siliceuses, car la réaction du carbure de fer sur la silice est lente, et de plus la basicité des laitiers lui est peu favorable. Nous avons, en effet, vérifié directement qu'une fonte siliceuse chauffée dans la chaux, ou dans un silicate de chaux très-basique, perd du silicium. La véritable cause de la production des fontes siliceuses, même en présence d'une atmosphère d'oxyde de carbone, réside plutôt dans l'action, sur les silicates, des métaux alcalins, qui existent toujours en proportion sensible dans les lits de fusion. L'influence de ces métaux alcalins, dont nous avions jusqu'alors évité avec soin la présence, est facile à mettre en évidence; il suffit de chauffer dans un fourneau à vent un mélange de carbonate de potasse, de charbon, de limaille de fer et de silice; ce mélange porté à une température élevée met en présence le fer, la silice et de la vapeur de potassium. Nous avons obtenu dans ces conditions une fonte contenant 5,16 pour 100 de silicium et 2,94 de charbon. Cette réaction, beaucoup plus rapide que les précédentes, explique mieux la production des fontes siliceuses, pendant la descente rapide du métal dans la zone la plus chaude du haut-fourneau.

» Dans le cours de ces recherches, nous avons dû employer des appareils qui nous permettaient de suivre le dégagement des gaz dissous dans le fer, la fonte et l'acier dans les conditions les plus variées. Les résultats que nous avons obtenus seront l'objet de notre prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le sucrate de chlorure de potassium;* Note de M. Ch. Viollette, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Le sucre forme, avec le chlorure de potassium, une combinaison que j'ai obtenue en cristaux assez nets et assez volumineux pour que j'aie pu en faire la détermination cristallographique. Ces cristaux appartiennent au système du prisme oblique à base rhombe. L'angle des faces verticales du prisme est de 100° 40'. En retournant le prisme de 90°, les angles des faces qui forment la zone parallèle à la petite diagonale sont : 131° 27'; 115° 55'; 140° 25'; 150° 23'; 131° 18'; 115° 55'; 140° 20'; 150° 15'. Ce sont là, comme on le voit, les angles caractéristiques des cristaux du sucre. Le sucrate de chlorure de potassium est donc isomorphe avec le sucre; aussi ai-je pu obtenir des cristaux contenant des proportions variables de sucre et de sucrate.

» Il suit de là que la composition du sucrate de chlorure de potassium est parfaitement déterminée. La formule qui représente le poids moléculaire de cette substance est donc $C^{12}H^{20}KClO^{11}$. Par suite, la formule du sucre est aussi déterminée et égale à $C^{12}H^{22}O^{11}$, qui s'accorde avec les réactions principales de cette substance. La composition de la combinaison du sucre avec le sel marin, signalée depuis longtemps par M. Peligot, est donc $C^{12}H^{20}NaClO^{11}$; les résultats numériques de l'analyse de M. Peligot concordent avec cette formule. Ce savant donne en effet dans son Mémoire 14,65 pour le poids de NaCl fourni par 100p de la combinaison: la formule précédente conduit à 14,68. Les nombres différents indiqués par M. Maumené, en 1871, proviennent de ce que le corps qu'il a étudié était un mélange de sucre et de sucrate isomorphe, comme je l'établirai prochainement.

» La combinaison $C^{12}H^{20}KClO^{11}$ n'est point déliquescente, contrairement à l'opinion admise; elle se comporte, sous l'influence de la chaleur, un peu autrement que le sucre. J'en poursuis l'étude, ainsi que celle des composés analogues que forme le sucre, et je me propose d'entretenir prochainement l'Académie du résultat de mes recherches. »

CHIMIE. — *Sur les points de solidification des mélanges d'eau et d'acide acétique;* Note de M. E. GRIMAUX, présentée par M. Wurtz.

« On sait que l'addition de l'eau à l'acide acétique cristallisable a pour effet d'abaisser le point de solidification de celui-ci; pour purifier l'acide acétique cristallisable, on le soumet à des congélations successives, en ayant soin de décanter la partie liquide plus riche en eau. Inversement, lorsqu'on soumet le vinaigre à l'influence du froid, les portions qui restent liquides sont les plus riches en acide, tandis que la partie solidifiée est de l'eau presque pure. De ces deux faits bien connus, il résulte donc que l'addition d'eau à l'acide acétique cristallisable abaisse son point de solidification jusqu'à une certaine limite, au delà de laquelle de nouvelles quantités d'eau élèvent le point de solidification du mélange.

» Je me suis proposé de déterminer cette limite. M. Rüdorff a fait connaître les points de solidification d'un grand nombre de mélanges d'eau et d'acide acétique (1); mais, comme son but était seulement de doser l'eau

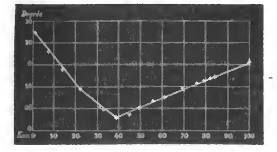
(1) *Deutsch Chemische Gesellschaft*, t. III, p. 390, et *Bulletin de la Société chimique*, 1870, t. XIV, p. 215.

que peut renfermer l'acide acétique cristallisable du commerce, il n'a pas été au-dessous de mélanges renfermant plus de 15 pour 100 d'eau, ce qui est loin de la limite.

» Dans les déterminations que j'ai faites, j'ai opéré de la manière suivante. Le mélange était introduit dans un petit tube à essai où plongeait un thermomètre à alcool, dont le zéro était vérifié chaque jour d'observation; le tube était placé dans un mélange réfrigérant. Quand le thermomètre était descendu à quelques degrés au-dessous du point probable de solidification, on l'agitait vivement de manière à faire cesser la surfusion, et l'on notait le degré maximum auquel remontait le thermomètre, au moment de la formation de cristaux dans la masse.

» Quant aux mélanges d'eau et d'acide, ils ont été faits, les uns au moyen de la balance de précision, les autres à l'aide de pipettes graduées; ce dernier procédé est moins rigoureux et amène quelques causes d'erreur dans les déterminations.

» L'acide type qui a servi à préparer les mélanges se solidifiait à 14°,4; on a admis, d'après la table donnée par M. Rüdorff, qu'il renferme 1,25 pour 100 d'eau, et les mélanges ont été calculés d'après cette teneur en eau de l'acide primitif.



» Il est à remarquer que les chiffres donnés par l'observation sont plutôt relatifs qu'absolus; les points de solidification sont, en général, un peu supérieurs aux points de fusion. En opérant en effet avec l'eau, comme on le faisait avec l'acide acétique, on a trouvé que le point de solidification de l'eau est à 0°,8, avec un thermomètre dont on venait de vérifier le zéro dans la glace fondante. Toutes les déterminations indiquées dans le tableau suivant doivent donc probablement être supérieures aux points de fusion réels des mélanges mis en expérience.

» Le tableau suivant résume mes observations.

Eau.	Acide acétique.	Déterminations.
7,31	92,69	+ 5°,5 + 5,0 + 5,9 + 5,4
13,25	86,75	− 1,4 − 1,4
23,52	76,48	−11,6 −11,7 −11,7
31,18	68,82	−18,5 −19,1 −18,7 −19,6
33,56	66,44	−20,7 −20,3
38,14	61,86	−24,3 −23,8
44,50	55,50	−22,3
49,38	50,62	−19,7 −20,1 −19,6
56,54	43,46	−16,0 −16,8
61,68	38,22	−14°,2 −14,8
69,23	30,77	−10,8 −11,1 −11,2 −10,2 −10,8 −10,8
76,23	23,77	− 8,1 − 8,1 − 8,3 − 8,5 − 8,2
79,22	20,78	− 7,3 − 7,3 − 7,1 − 7,1
81,89	18,11	− 6,2 − 6,6 − 6,0
83,79	16,21	− 5,2 − 5,7 − 5,4

» En prenant pour abscisses la proportion d'eau pour 100 du mélange et pour ordonnées la température de solidification, on voit que l'ensemble des points déterminés conduit à peu près à deux droites, dont l'intersection fournirait le maximum d'abaissement de la température de solidification. Le maximum correspond à 37 ou 38 pour 100 d'eau, c'est-à-dire à un acide acétique $C^2H^4O^2 + 2H^2O$.

» A ce propos, il y aurait lieu de discuter si la ligne doit être tracée sans transition brusque de courbure, ou s'il faut supposer un point anguleux, comme on en rencontre dans les courbes de solubilité du sulfate de soude. Cette question ne pourrait être décidée qu'en multipliant les observations autour du point maximum. La difficulté d'expérimenter aux basses températures qu'exige l'acide acétique ne m'a pas permis d'avoir un assez grand nombre d'observations; mais je me propose de faire les mêmes déterminations avec l'acide trichloracétique, dont le maximum d'abaissement sera sans doute à des températures moins basses, ce qui rendra plus facile l'expérimentation.

» Cette question de points anguleux, en effet, a été soulevée par M. Cornu, il y a quelques années, dans une séance de la Société chimique; le savant professeur de l'École Polytechnique a insisté sur l'existence de ces points anguleux, qu'il a signalés dans la courbe représentant les contractions des mélanges d'eau et d'acide sulfurique. Depuis cette époque, plusieurs observateurs ont été conduits à de pareils points anguleux dans des courbes analogues, entre autres M. Gautier, dans la détermination des points de fusion des mélanges d'eau et d'acide cyanhydrique. Je trouve de même un point anguleux en traçant la courbe des points de fusion des mélanges d'acide benzoïque et d'acide cinnamique, observés par Kackler (1).

» Quoi qu'il en soit de cette question des points anguleux, sur laquelle nous reviendrons plus tard, l'observation nous montre donc que le maximum d'abaissement des points de solidification fournis par les mélanges d'eau et d'acide acétique correspond sensiblement à l'acide

$$C^2H^4O^2 + 2H^2O.$$

Cette discontinuité de la courbe semble indiquer un changement dans la nature de la molécule; il doit y avoir là une combinaison rentrant dans la catégorie des combinaisons dites moléculaires; dans le mélange

$$C^2H^4O + 2H^2O,$$

une molécule d'eau est fixée à l'hydrate normal d'acide acétique (2)

$$C^2H^4O^2H^2O = CH^3C(OH)^3,$$

au même titre que se fixent sur les sels l'eau de cristallisation.

» Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de M. Wurtz. »

CHIMIE. — *De la flamme du gaz d'éclairage comme réactif très-sensible de l'acide borique;* Note de M. **Bidaud**, présentée par M. Bouley. (Extrait.)

« Si l'on dirige la flamme du gaz d'éclairage, sortant par un bec Bunsen, sur une très-petite écaille d'acide borique, placée sur un fragment de porcelaine, cette flamme prend immédiatement une magnifique couleur verte. Il n'est même pas nécessaire que le jet enflammé enveloppe l'acide: il suffit qu'il soit rapproché de façon à en lécher légèrement la surface.

(1) *Journal für praktische Chemie*, t. CVII, p. 307, et *Bulletin de la Société chimique*, 1870, t. XIII, p. 460.

(2) *Sur les hydrates des acides gras monobasiques* (*Bulletin de la Société chimique*, t. XVIII, p. 534; 1872).

» Dans un de mes nombreux essais, 1 centigramme d'acide borique fut placé sur un morceau de capsule en porcelaine, très-exactement taré; la flamme, maintenue à une distance qu'on fit varier de 1 millimètre à 1 centimètre de la surface du têt, prit en totalité une belle teinte verte. Après une minute d'expérience, c'était à peine si les petites écailles boriques avaient été légérement fondues: elles n'adhéraient pas à la porcelaine et une balance très-sensible n'indiqua aucune diminution de poids. On reprit alors l'essai, et pendant vingt-cinq minutes la flamme fut colorée, en totalité ou seulement en quelques-uns de ses points, toujours faciles à saisir dans un endroit un peu obscur. Dans les mêmes conditions, du borax ne donne que la coloration jaune due à son alcali; quand on l'additionne d'une goutte d'acide sulfurique, la couleur verte apparaît instantanément.

» 1 gramme d'une solution contenant 1 centigramme d'acide borique pour 20 grammes d'eau fut placé sur un fragment de capsule, et chauffé légèrement. Dès que les vapeurs apparurent, on y plongea la flamme du gaz, qui verdit immédiatement. En mettant alternativement la flamme sous la solution et dans la vapeur dégagée, la coloration verte reste visible pendant assez longtemps et s'embellit à mesure que la concentration avance; du reste, en promenant la flamme à la surface du liquide bouillant, on trouve des points où la couleur est plus intense; par exemple, sur les bords où, par l'évaporation, il se forme un très-petit liséré efflorescent.

» 1 gramme de la solution ci-dessus à $\frac{1}{200}$ a été ajouté à 12 grammes d'eau, et 1 gramme de cette dilution à $\frac{1}{2400}$, chauffé comme il a été dit, à coloré les bords de la flamme pendant plusieurs minutes.

» En ajoutant à la solution borique un peu de carbonate de soude, on n'obtient que la coloration jaune de l'alcali; mais, avec un peu d'acide sulfurique, on fait apparaître la couleur verte presque immédiatement. Si, au lieu d'employer le sel de soude, on se sert de sulfure d'ammonium ou d'acide tartrique, la coloration de la flamme a lieu dès qu'on la couche dans la vapeur qui s'échappe du mélange, sans qu'il soit nécessaire d'ajouter d'acide sulfurique.

» Un peu d'acide borique a été chauffé dans une capsule recouverte d'un têt, et au bout de quelques instants ce dernier, léché par la flamme du gaz, l'a colorée, quoiqu'il n'y eût pas la moindre trace apparente de substance à sa surface.

» Avant chaque expérience, on couchait la flamme sur le têt en porcelaine avec lequel on devait expérimenter, et jamais elle n'offrait de coloration. Cette épreuve à blanc, faite dans l'obscurité comme l'expérience

réelle, avait pour but de démontrer que la teinte verte n'était pas due à l'alliage formant le bec d'où s'échappait le gaz. Du reste, la couleur que produit l'alliage cuivreux est d'une nuance un peu différente et forme un noyau conique dont la base repose sur l'ouverture du bec; tandis qu'avec l'acide borique la coloration est surtout intense à l'extrémité ou sur les bords de la flamme, qui doit avoir au moins 1 décimètre de longueur.

» 1 gramme de borax contenant $0^{gr},3665$ d'acide borique a été dissous dans 250 grammes d'eau ordinaire; 10 grammes de cette solution contiennent donc $0^{gr},01466$ d'acide. On les ajoute à 250 grammes d'eau. 5 grammes de cette dilution sont essayés après qu'on y a ajouté de l'acide sulfurique, et la réaction est manifeste. Ces 5 grammes ne renfermaient cependant pas $\frac{3}{10}$ de milligramme d'acide borique.

» Quelques grammes de la même solution sont mêlés à différents sels, tels que sulfate de chaux, carbonate sodique, sulfate ferroso-ferrique, etc., et en opérant comme ci-dessus on a obtenu la même réaction. (Quand le sel ajouté était acide, comme par exemple le sulfate ferreux altéré à l'air, il n'était pas nécessaire d'ajouter d'acide sulfurique pour isoler l'acide borique.) La teinte verte a persisté plus ou moins longtemps, mais a toujours été nettement accusée en opérant dans l'obscurité.

» Une autre fois, 1 décigramme de borax fut dissous dans 250 grammes d'eau ordinaire légèrement acidulée, et 1 gramme de ce liquide permit de reconnaître l'acide borique, bien qu'il n'en contînt que $0^{gr},0001466$ ou à peu près $\frac{1}{7000}$. A 10 grammes d'eau de puits, on ajouta 2 gouttes de sulfate ferroso-ferrique et 1 centimètre cube de la solution à $\frac{1}{7000}$. On en prit la moitié, soit 6 grammes, et la réaction fut encore manifeste, bien qu'il n'y eût dans ces 6 grammes que $\frac{7}{100}$ de milligramme d'acide borique libre, ou exactement $0^{gr},0000733$.

» J'ai peine à croire que cette grande sensibilité de la flamme du gaz soit particulière à l'acide borique libre, et je pense qu'en étudiant davantage ce procédé on arrivera à lui trouver une sensibilité du même genre pour d'autres corps. »

PHYSIOLOGIE. — *De la régénération des nerfs sectionnés;* Note de M. L. Ranvier, présentée par M. Claude Bernard.

« Dans une précédente Communication, j'ai rendu compte de mes recherches sur les modifications dites *dégénératives* qui surviennent dans le bout périphérique d'un nerf sectionné. Lorsque celui-ci a perdu depuis

plusieurs semaines les propriétés physiologiques spéciales, il les reprend à mesure qu'il s'y fait une organisation nouvelle. Cette organisation a été étudiée jusqu'ici par un grand nombre d'histologistes, sans que pour cela la science soit encore fixée, même sur les points les plus simples et les plus importants du phénomène. C'est ainsi que Waller (1) admettait que les fibres du bout périphérique dégénèrent d'une manière complète et que les fibres nouvelles qui apparaissent lors de la régénération partent du bout central, et sont formées de toutes pièces à côté des anciennes et sans la participation de celles-ci. M. Schiff (2), MM. Vulpian et Philippeaux (3) soutinrent que les fibres nouvelles sont formées aux dépens des anciennes, dont la myéline seule aurait disparu et qui, par conséquent, auraient conservé leur membrane de Schwann et leur cylindre d'axe.

» Remak (4) admit que les fibres nouvelles proviennent aussi des anciennes et se forment aux dépens du cylindre-axe qui persisterait et aurait même acquis une vitalité très-grande, puisque dans une fibre ancienne, dégénérée et reconnaissable encore à des masses de myéline, il pourrait se former plusieurs tubes nerveux qui proviendraient d'une segmentation longitudinale du cylindre-axe.

» M. Neumann (5) reconnaît comme exacte l'observation de Remak sur la multiplicité des fibres nerveuses régénérées dans l'intérieur d'un ancien tube ; mais il rejette l'interprétation de ce dernier auteur, parce qu'il admet, avec Waller et Lent (6), la destruction du cylindre-axe pendant le processus dégénératif. M. Vulpian (7), dans un Mémoire tout récent, pense, contrairement à son ancienne opinion, que le cylindre-axe est détruit; mais il soutient que les tubes nerveux des mammifères présentent une double enveloppe semblable à celle que j'ai décrite (8) chez les raies et les torpilles, et que la connaissance de cette observation anatomique a manqué à ceux qui l'ont précédé pour bien comprendre les phénomènes de la régénération.

» Néanmoins la plupart des faits cités à l'appui de ces opinions diverses sont réels et la contradiction ne porte, à mon avis, que sur l'interprétation

---

(1) Waller, *Muller's Archiv*, p. 392.
(2) Schiff, *Arch. fur gemeinsch Arbeit.*, t. II, p. 411.
(3) Vulpian et Philippeaux, *Comptes rendus*, 1859.
(4) Remak, *Virchow's Archiv*, t. XXIII, p. 441.
(5) Neumann, *Archiv der Heilkunde*, 1868, p. 93.
(6) Lent, *Zeitsch. f. Wissenschaft. Zoologie*, t. VII, p. 145.
(7) Vulpian, *Archives de Physiologie*, 1872, p. 743.
(8) Ranvier, *Comptes rendus*, 1872.

de ces faits. C'est ce que je vais essayer d'établir par l'observation directe des phénomènes, en introduisant dans leur interprétation les notions nouvelles qui résultent de mes recherches antérieures sur la structure des nerfs à l'état physiologique.

» Je dois dire tout d'abord que les tubes nerveux des mammifères, sur lesquels ont seulement porté mes expériences en ce qui regarde la régénération des nerfs, ne possèdent qu'une seule membrane enveloppante qui est la membrane de Schwann. On peut s'en convaincre sur des tubes nerveux préparés à l'aide de l'acide osmique. Sur ceux-ci la membrane de Schwann participe à la formation de l'étranglement annulaire et au niveau de ce dernier; s'il y avait une double membrane, comme chez les raies et les torpilles, on la verrait distinctement.

» J'ai expérimenté sur le lapin et j'ai choisi chez cet animal des nerfs à faisceaux volumineux, le sciatique et le pneumo-gastrique, afin de pouvoir fendre la gaîne lamelleuse d'un gros faisceau et obtenir une dissociation facile. C'est là un point très-important, si l'on veut avoir des préparations démonstratives.

» Les pneumo-gastriques m'ont donné les meilleurs résultats, parce que la section d'un seul de ces nerfs n'amène pas d'accidents sérieux et que les animaux survivent à l'opération. A Paris, il n'en est pas de même pour le sciatique, dont la section détermine des ulcères de la patte et par suite l'infection et la mort de l'animal, avant la fin de l'expérience. C'est du soixantième au quatre-vingt-dixième jour après la section d'un nerf que l'on peut le plus convenablement étudier les phénomènes de la régénération : tout au moins c'est dans cette période que j'ai obtenu les faits les plus démonstratifs. Voici les résultats des expériences que j'ai faites dans le laboratoire de Médecine et d'Histologie du Collége de France.

» Le bout central présentait un moignon à son extrémité. Le bout périphérique portait au niveau de la section un bourgeon semblable, mais plus petit. Entre ces deux bourgeons, dont la distance a varié de quatre millimètres à deux centimètres, dans les diverses expériences, il existait un filament cicatriciel rectiligne qui à ses deux extrémités se confondait avec les bourgeons. Après avoir disséqué avec soin ces différentes parties, j'enlevai le nerf et je le plaçai dans une solution d'acide osmique à $\frac{1}{100}$. Après une macération de vingt-quatre heures dans ce réactif, le bout supérieur du nerf était coloré en noir ; le bout inférieur était aussi coloré, mais il était généralement moins foncé ; le filament cicatriciel était gris clair.

» J'ai étudié, à l'aide de la dissociation avec des aiguilles, les diverses parties que je viens d'indiquer. Dans le bout central, au-dessus du bourgeon qu'il présentait à son extrémité, on observait quelques rares fibres dégénérées, mais aucune de celles-ci ne montrait encore les phénomènes de la régénération dont je vais parler. Dans le bout périphérique, à 2 ou 3 centimètres et plus au-dessous de la section, on observait des fibres nerveuses striées en long, parsemées de noyaux, dont la plupart possédaient des renflements fusiformes remplis de fragments de myéline et de granulations graisseuses, les premiers colorés en noir bleuâtre, et les seconds en brun par l'acide osmique. Dans l'intérieur de plusieurs de ces fibres nerveuses, on observait un et beaucoup plus rarement deux tubes nerveux de nouvelle formation, séparés de l'ancienne membrane de Schwann par des noyaux ou des amas de myéline. Sur ce point mon observation est entièrement semblable à celle de Remak et de M. Neumann; mais j'ai pu faire à ce sujet des observations plus complètes que celles de ces auteurs. En effet, profitant de la connaissance des étranglements annulaires et des segments interannulaires des tubes nerveux, je puis soutenir que les nouveaux tubes, formés dans l'intérieur des anciens, sont de formation entièrement nouvelle et qu'ils possèdent chacun une membrane de Schwann propre, bien caractérisée par l'existence des étranglements annulaires et des noyaux qui occupent le milieu des segments. Je m'éloigne aussi de Remak, en ce sens que je suis absolument convaincu, ainsi que je l'ai dit dans une précédente Communication, de la destruction des cylindres-axes pendant la période dégénérative. Je suis arrivé à me convaincre aussi qu'il se forme, entre les anciens tubes et non aux dépens de ceux-ci, des fibres nerveuses nouvelles.

» Qu'ils se développent dans les anciens tubes ou entre ceux-ci, les tubes régénérés apparaissent après l'action de l'acide osmique sous forme de filaments homogènes, légèrement variqueux, avec un double contour et une coloration d'un gris bleuâtre. Ils sont d'abord extrêmement minces, 2 à 3 millièmes de millimètre. Ils possèdent déjà des segments interannulaires bien nets, d'une longueur de 15 à 25 centièmes de millimètre et présentant à leur centre un seul noyau ovalaire bien marqué. A côté de ces tubes nerveux extrêmement grêles, il y en a d'autres plus volumineux, de 5 à 10 millièmes de millimètre de diamètre et dont les segments ont de 30 à 40 centièmes de millimètre. De ces différents tubes à myéline, les uns se montrent avec les mêmes caractères dans toute l'étendue de la préparation; d'autres, au contraire, perdent peu à peu leur myéline à mesure qu'on s'approche de l'extrémité périphérique, et l'on ne peut plus les distinguer dans l'inté-

rieur des tubes dégénérés. Il est probable que des tubes sans myéline (fibres de Remak) se forment d'abord et se chargent ensuite de myéline.

» Le filament cicatriciel qui réunissait les deux bouts du nerf sectionné était constitué par un grand nombre de petits faisceaux cylindriques, limités par une membrane sans structure apparente, se plissant facilement en travers, et formés par une quantité innombrable de petits tubes nerveux de formation nouvelle, presque tous sans myéline. Quelques-uns seulement en possédaient et se présentaient avec les caractères des tubes régénérés du bout périphérique. La dissociation du bourgeon du bout central est très-difficile, parce qu'il s'est formé à ce niveau un tissu conjonctif à fibres fines, denses et très-serrées. Je suis arrivé cependant à faire des préparations sur lesquelles j'ai pu voir d'une manière très-nette le fait suivant, auquel j'accorde beaucoup d'importance : de quelques-uns des gros tubes nerveux non dégénérés du bout central et au niveau du dernier étranglement annulaire de ce tube, naissent quatre, cinq ou un plus grand nombre de fibres nerveuses de nouvelle formation, qui constituent un petit faisceau nerveux dont l'origine est ainsi dans un seul tube. L'enveloppe de ce petit faisceau est la membrane de Schwann de l'ancien tube conservé audessous de l'étranglement annulaire du tube sectionné, comme je l'ai dit dans une précédente Communication. Je n'ai pu observer directement le mode de formation des fibres nerveuses secondaires qui se développent ainsi, mais je pense que le cylindre-axe du tube ancien qui, dans l'extrémité centrale, est conservé et présente même dans les jours consécutifs à la section une hypertrophie bien marquée, est le point de départ de la néoformation des fibres nerveuses.

» Je n'ai pu suivre d'une manière certaine le mode d'union du filament cicatriciel avec le bout périphérique. A ce point de vue, mes recherches sont encore incomplètes.

» En résumé, les fibres nerveuses du bout périphérique d'un nerf sectionné, en voie de régénération, sont de formation nouvelle. Elles se développent dans l'intérieur des anciennes fibres dégénérées ou librement entre celles-ci. Ces fibres nerveuses nouvelles proviennent des tubes nerveux de l'extrémité du bout central qui donne naissance à un grand nombre de jeunes fibres : celles-ci, groupées en faisceaux, forment le filament cicatriciel qui réunit les deux bouts et, très-probablement, elles pénètrent dans le bout inférieur pour s'insinuer, soit dans les anciennes fibres dégénérées, soit dans le tissu conjonctif qui les sépare. »

ANALYSE ORGANIQUE. — *Action du zinc sur le chlorure d'acétyle;* Note de MM. D. **Tommasi** et **G. Quesneville**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans sa *Chimie organique* (t. I, p. 756), Gerhardt dit un mot de l'action que le zinc exerce sur le chlorure d'acétyle. On obtient, dit-il, du chlorure de zinc et une matière brune, goudronneuse, dont on précipite par l'eau une masse brune et poisseuse. Nous avons pensé que l'on se trouvait ici en présence d'un produit de condensation. Pour l'obtenir à l'état de pureté, on chasse par la chaleur l'excès de chlorure d'acétyle, puis on dissout dans l'alcool à chaud et l'on précipite par l'eau. En répétant plusieurs fois cette opération, au lieu d'une masse brune et poisseuse on obtient une poudre brun jaunâtre, amorphe, ayant une composition bien définie. Ce composé, que l'on peut nommer *acétylide*, offre les caractères suivants : il est soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique fumant, l'acide acétique anhydre. Le chloroforme le dissout aussi, et sa solution, évaporée dans le vide, donne des paillettes rouges. Avec la liqueur de tartrate cupropotassique, il n'y a pas de réduction. Chauffé sur une lame de platine, il brûle avec une flamme très-éclairante.

» Il s'unit au brome et donne au moins une combinaison qui sera décrite ultérieurement. La composition de l'acétylide, séchée à 100 degrés, peut être représentée par la formule $C^{16}H^{18}O^4$. Il a fourni à l'analyse les nombres suivants :

	$C^{16}H^{18}O^4$.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Carbone....	70,07	70,39	70,88	69,85	70,31	»	»
Hydrogène..	6,57	6,75	7,07	»	»	6,55	6,52

» La réaction qui semble donner naissance à ce produit est double. Dans l'une, le chlorure de zinc agit comme déshydratant; dans l'autre, il se produit de l'acide acétique. On a donc

$$5\begin{matrix}C^2H^3O.Cl\\C^2H^3O.Cl\end{matrix} + 5Zn'' = 5Zn''Cl^2 + 2H^2O + 2C^2H^3O.HO + C^{16}H^{18}O^4,$$

ou

$$2\begin{matrix}C^2H^3O.Cl\\C^2H^3O.Cl\end{matrix} + 2Zn'' = 2Zn''Cl^2 + 2H^2O + 2\left.\begin{matrix}C^2H^3\\C^2H^3\end{matrix}\right\rangle O,$$

$$3\begin{matrix}C^2H^3O.Cl\\C^2H^3O.Cl\end{matrix} + 3Zn'' = 3Zn''Cl^2 + 2C^2H^3O.HO + 2\begin{matrix}C^2H^3O\\C^2H^2.\end{matrix},$$

et le produit de condensation est

$$2(C^2H^3O - C^2H^2 - C^2H^2 - C^2H^2 - O) = 2C^8H^9O^2 = C^{16}H^{18}O^4.$$

» On ne saurait avoir, dans cette réaction, ni l'acétyle libre déshydraté, $\left.\begin{matrix}C^2H^3\\ C^2H^3\end{matrix}\right\rangle O$, qui donne $\begin{matrix}C = 70,55\\ H = \ \ 5,88\end{matrix}$, ni le composé $\begin{matrix}C^2H^3O\\ C^2H^3\end{matrix}$, dont la composition centésimale est $\begin{matrix}C = 59,66\\ H = \ \ 5,88\end{matrix}$.

» Nous avons l'intention de poursuivre cette étude et de chercher aussi l'action du zinc sur les autres chlorures d'acide.

» Le travail a été fait à la Sorbonne, dans le laboratoire de M. Schützenberger. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le troisième rayon dans le cas général des cristaux triréfringents;* Notes prises au cours de Lamé en 1861-1862 et 1863-1864, par M. G. PERRY (1).

« Les expressions des (N_i, T_i), lors du cas général des cristaux diaphanes, sont les (13) du § 93 des *Leçons sur l'élasticité*, et l'on choisira le système unique d'axes rectangulaires qui annule les (D, E, F). Il ne reste alors que neuf coefficients, le système d'axes étant connu. Nous désignerons par les lettres (A, B, C, $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, $\mathcal{C}$, a, b, c), non pas les coefficients, mais leurs quotients par la densité ρ.

» [On peut déduire immédiatement les expressions des (N_i, T_i), qui correspondent au cas général, de celles qui correspondent au cas des axes de symétrie rectangulaires; car, puisque les phénomènes lumineux, pour lesquels $\theta = 0$, sont les mêmes que dans le cas général, il suffira, pour avoir les formules de celui-ci, d'ajouter des termes en θ aux T_i du cas des axes de symétrie rectangulaires.]

» Si l'on substitue, dans les équations (1) du § 91 des *Leçons sur l'élasticité*, les (N_i, T_i) ainsi obtenues, on trouve les équations suivantes, où ($\mathcal{L}$, $\mathcal{M}$, $\mathcal{N}$) désignent les premiers membres des équations (20) du § 20 des *Leçons sur l'élasticité :*

$$(\mathrm{I})\qquad \left\{\begin{aligned}
\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} &= A\frac{\partial\theta}{\partial x} + \mathcal{C}\frac{\partial\theta}{\partial y} + \mathcal{B}\frac{\partial\theta}{\partial z} + \mathcal{L},\\
\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} &= \mathcal{C}\frac{\partial\theta}{\partial x} + B\frac{\partial\theta}{\partial y} + \mathcal{A}\frac{\partial\theta}{\partial z} + \mathcal{M},\\
\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} &= \mathcal{B}\frac{\partial\theta}{\partial x} + \mathcal{A}\frac{\partial\theta}{\partial y} + C\frac{\partial\theta}{\partial z} + \mathcal{N}.
\end{aligned}\right.$$

(1) D'après l'opinion exprimée sur ces deux Notes par M. Bertrand, à l'examen duquel elles avaient été renvoyées, l'Académie a décidé qu'elles seraient insérées en entier aux *Comptes rendus*.

» Substituant dans ces équations les (u, v, w) (3) du § 92 des *Leçons sur l'élasticité*, on obtient les équations

$$\text{(II)} \qquad \left\{ \begin{aligned} (\mathrm{A}m + \mathcal{C}n + \mathcal{B}p)q + \mathcal{L}' &= 0, \\ (\mathcal{C}m + \mathrm{B}n + \mathcal{A}p)q + \mathcal{M}' &= 0, \\ (\mathcal{B}m + \mathcal{A}n + \mathrm{C}p)q + \mathcal{N}' &= 0, \end{aligned} \right.$$

où $(\mathcal{L}', \mathcal{M}', \mathcal{N}')$ sont les premiers membres des équations (21) du § 94 des *Leçons sur l'élasticité*. Ces équations (II), multipliées respectivement par (m, n, p) et ajoutées, donnent

$$\text{(III)} \qquad \mathrm{V}^2 = \mathrm{A}m^2 + \mathrm{B}n^2 + \mathrm{C}p^2 + 2\mathcal{A}np + 2\mathcal{B}pm + 2\mathcal{C}mn.$$

» La surface d'onde, enveloppée par les plans $mx + ny + pz = \mathrm{V}$, une unité de temps après leur passage à l'origine, est obtenue au moyen des trois équations :

$$\text{(IV)} \qquad \left\{ \begin{aligned} \mathrm{M}dm + \mathrm{N}dn + \mathrm{P}dp &= \mathrm{V}d\mathrm{V} \\ x\,dm + y\,dn + z\,dp &= d\mathrm{V} \\ m\,dm + n\,dn + p\,dp &= 0, \end{aligned} \right. \left| \begin{array}{l} 1, \\ -\mathrm{V}, \\ -\Psi, \end{array} \right.$$

où (M, N, P) sont les trois parenthèses des équations (II). Multipliant ces équations (IV) par les facteurs en regard, ψ étant indéterminée, ajoutant et annulant dans l'équation obtenue les coefficients de (dm, dn, dp), on a les équations

$$\text{(V)} \qquad \left\{ \begin{aligned} \mathrm{M} &= \mathrm{V}x + m\psi \\ \mathrm{N} &= \mathrm{V}y + n\psi \\ \mathrm{P} &= \mathrm{V}z + p\psi \end{aligned} \right. \left| \begin{array}{c} m \\ n \\ p \end{array} \right| \begin{array}{ccc} \mathrm{A}' & \mathcal{C}' & \mathcal{B}' \\ \mathcal{C}' & \mathrm{B}' & \mathcal{A}' \\ \mathcal{B}' & \mathcal{A}' & \mathrm{C}' \end{array} \Bigg|,$$

qui, multipliées respectivement par (m, n, p), et ajoutées, montrent que ψ doit être nulle. Pour isoler m, n, p, on ajoute trois fois les équations (V) multipliées chaque fois par les facteurs en regard $(\mathrm{A}', \mathrm{B}', \mathrm{C}', \mathcal{A}', \mathcal{B}', \mathcal{C}')$, coefficients respectifs de $(\mathrm{A}, \mathrm{B}, \mathrm{C}, \mathcal{A}, \mathcal{B}, \mathcal{C})$ dans le déterminant $\mathcal{E}$ des (V), ce qui donne

$$\text{(VI)} \qquad \left\{ \begin{aligned} \mathcal{E}m &= (\mathrm{A}'x + \mathcal{C}'y + \mathcal{B}'z)\mathrm{V} \\ \mathcal{E}n &= (\mathcal{C}'x + \mathrm{B}'y + \mathcal{A}'z)\mathrm{V} \\ \mathcal{E}p &= (\mathcal{B}'x + \mathcal{A}'y + \mathrm{C}'z)\mathrm{V} \end{aligned} \right. \left| \begin{array}{c} \frac{x}{\mathcal{E}} \\ \frac{y}{\mathcal{E}} \\ \frac{z}{\mathcal{E}} \end{array} \right|.$$

» Enfin ces dernières équations, multipliées par les facteurs en regard

et ajoutées, donnent la surface de l'onde

$$\text{(VII)} \qquad A'x^2 + B'y^2 + C'z^2 + 2\mathcal{A}'yz + 2\mathcal{B}'zx + 2\mathcal{C}'xy = \mathcal{E}.$$

» C'est un ellipsoïde (car pour $m = 1$, $n = 0$, $p = 0$, on a $V = A$), généralement incliné sur la surface des ondes lumineuses. Dans le cas des axes de symétrie rectangulaires, les axes de l'onde ellipsoïdale et de l'onde à deux nappes coïncident.

» Les équations (I), différentiées en (x, y, z) respectivement, et ajoutées, donnent

$$\text{(VIII)} \quad \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} = A\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + B\frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + C\frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} + 2\mathcal{A}\frac{\partial^2 \theta}{\partial y\,\partial z} + 2\mathcal{B}\frac{\partial^2 \theta}{\partial z\,\partial x} + 2\mathcal{C}\frac{\partial^2 \theta}{\partial x\,\partial y}.$$

» On voit, comme au § 22 des *Leçons sur la chaleur*, qu'il existe un unique système d'axes rectangulaires pour lequel les $(\mathcal{A}, \mathcal{B}, \mathcal{C})$ sont nuls. Les (A, B, C) correspondant à ce système unique jouent le même rôle que les lignes représentatives des conductibilités principales dans la théorie de la chaleur.

» Ce qui précède suppose que le cristal est diaphane. Pour les cristaux opaques, les lois peuvent être différentes. En outre, il y aura lieu d'employer d'autres systèmes de coordonnées pour les cristaux tétraédriques, possédant quatre axes de symétrie identiques, pour les cristaux ayant la forme d'un prisme hexagonal régulier, etc.

» Voici comment on détermine la direction de la vibration, dans le cas général. Les lois sont les mêmes dans le cas des axes de symétrie.

» La vitesse V et les lignes

$$\text{(IX)} \qquad \mathcal{P}_1 = S\xi_1 x, \quad \mathcal{P}_2 = S\xi_2 x$$

sont les projections du rayon $\mathcal{R}$ sur la normale à l'onde plane, et sur les deux directions des vibrations lumineuses. Les expressions

$$\text{(X)} \qquad q = S\xi m, \quad q_1 = S\xi\xi_1, \quad q_2 = S\xi\xi_2$$

sont les cosinus des angles que la vibration (ξ, η, ζ) fait avec les lignes rectangulaires $(V, \mathcal{P}_1, \mathcal{P}_2)$. D'où

$$\text{(XI)} \qquad \begin{cases} \xi = qm + q_1\xi_1 + q_2\xi_2, \\ \eta = qn + q_1\eta_1 + q_2\eta_2, \\ \zeta = qp + q_1\zeta_1 + q_2\zeta_2. \end{cases}$$

» Substituant ces expressions des (ξ, η, ζ) dans les (II), on a, par

les (21) du § 94 des *Leçons sur l'Élasticité*, les équations suivantes, où (V_1, V_2) sont les vitesses de propagation des deux vibrations lumineuses :

$$\text{(XII)}\quad \left\{\begin{aligned} (V^2-V_1^2)q_1\xi_1+(V^2-V_2^2)q_2\xi_2 &= (x-mV)qV \\ (V^2-V_1^2)q_1\eta_1+(V^2-V_2^2)q_2\eta_2 &= (y-nV)qV \\ (V^2-V_1^2)q_1\zeta_1+(V^2-V_2^2)q_2\zeta_2 &= (z-pV)qV \end{aligned}\right. \left|\begin{matrix}\xi_i,\\ \eta_i,\\ \zeta_i;\end{matrix}\right.$$

celles-ci, multipliées respectivement par (ξ_i, η_i, ζ_i) et ajoutées, donnent les suivantes :

$$\text{(XIII)}\qquad (V^2-V_1^2)q_1 = V\varphi_1 q, \quad (V^2-V_2^2)q_2 = V\varphi_2 q,$$

qui déterminent (q, q_1, q_2). En effet, prenant

$$\text{(XIV)}\quad \lambda q=(V^2-V_1^2)(V^2-V_2^2),\ \lambda q_1=(V^2-V_2^2)V\varphi_1,\ \lambda q_2=(V^2-V_1^2)V\varphi_2,$$

expressions où λ est d'abord indéterminée, $q^2+q_1^2+q_2^2=1$ donne

$$\text{(XV)}\quad (V^2-V_1^2)(V^2-V_2^2)+(V^2-V_2^2)V^2\varphi_1^2+(V^2-V_1^2)V^2\varphi_2^2=\lambda^2.$$

» On conclut de ces formules qu'aux sommets de l'onde ellipsoïdale la vibration est perpendiculaire à l'onde plane, et que, s'il peut arriver que l'onde ellipsoïdale et l'onde à deux nappes aient un ou plusieurs plans tangents communs, il n'y a pas de vibration correspondant à la chaleur sur l'onde plane parallèle à ces plans communs [car alors $V=V_i$, $q_i=1$, $(\xi, \eta, \zeta)=(\xi_i, \eta_i, \zeta_i)$ et $\theta=0$]. Ces plans sont-ils des plans de clivage?

» Voici une dernière remarque. Le plan

$$(p\eta-n\zeta)x+(m\zeta-p\xi)y+(n\xi-m\eta)z=0,$$

qui passe par la normale à l'onde plane et par la direction de la vibration, peut être appelé *plan de polarisation*. Si l'on veut qu'il soit parallèle au plan tangent en (x, y, z) à l'ellipsoïde

$$\text{(XVI)}\qquad \frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1,$$

il faut que l'on ait les équations

$$\text{(XVII)}\qquad \left\{\begin{aligned} \sigma W\frac{x}{a^2} &= (p\eta-n\zeta) \\ \sigma W\frac{y}{b^2} &= (m\zeta-p\xi) \\ \sigma W\frac{z}{c^2} &= (n\xi-m\eta) \end{aligned}\right. \left|\begin{matrix}x\\ y\\ z\end{matrix}\right| \begin{matrix}a\\ b\\ c\end{matrix}\Bigg|,$$

où σ désigne le sinus de l'angle que fait la direction de la vibration avec la normale à l'onde plane, et où W est la longueur de la perpendiculaire abaissée de l'origine sur le plan tangent en (x, y, z) à l'ellipsoïde (XVI). Ces équations, multipliées par les facteurs en regard et ajoutées, donnent les deux équations suivantes :

$$\text{(XVIII)} \qquad \sigma W = S(nz - py)\xi, \quad \sigma^2 W^2 = S a^2 (p\eta - n\zeta)^2.$$

« En vertu de celles-ci et des (V), les équations (II), multipliées respectivement par (ξ, η, ζ) [après qu'on y a mis en évidence les parenthèses des seconds membres (XVII)], puis ajoutées, donnent la condition

$$\text{(XIX)} \qquad V^2[1 - \cos\widehat{(Q, r)}] = \sigma^2 W^2,$$

en désignant par ces $\widehat{(Q, r)}$ le cosinus de l'angle que la direction de la vibration fait avec le rayon $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$, et en observant que $qr = V$.

» (Dans le Cours de 1863-1864, M. Lamé fait remarquer, relativement à la nature du troisième rayon, que les vibrations longitudinales paraissent ne pas se propager dans l'éther libre, puisqu'elles doivent se propager plus vite que la lumière, et qu'on n'a rien constaté de semblable. Elles n'auraient donc lieu que dans les corps pondérables. Dans l'éther libre, si elles existent, se rapportent-elles à la pesanteur?) »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la variabilité des coefficients d'élasticité et la dispersion;* Notes prises au Cours de Lamé en 1861-1862 et 1863-1864, par M. G. **Perry** (1).

« Si, comme le pensait Fresnel, la dispersion était due aux termes du quatrième ordre, ces termes, à coefficients nombreux, modifieraient la surface de l'onde. Il faut donc que ce soient les coefficients *a*, *b*, *c* des termes du deuxième ordre qui varient.

(1) Je copie presque textuellement les deux feuilles données par M. Lamé en 1863-1864, en intercalant seulement quelques notes que j'ai prises à ce même Cours et à celui de 1861-1862.

» Soient, lors des vibrations sans changement de densité, V la vitesse de propagation, $2l$ la longueur d'ondulation, ρ la densité du milieu, 2τ la durée de la vibration, α son amplitude; on a

$$V = \frac{l}{\tau}.$$

» Supposons que $(u, v) = 0$, que $w = \alpha \cos\pi\left(\frac{t}{\tau} - \frac{x}{l}\right)$; les $(N_i, \mathcal{C}, T_1, T_1)$ seront nuls, et l'on aura

$$T_2 = \rho V^2 \frac{\partial w}{\partial x}.$$

V sera la vitesse ω du § 59 des *Leçons sur l'élasticité*, ou la vitesse b du § 96 du même Ouvrage. Pour $x = 0$, on a

$$w_0 = \alpha \cos\pi \frac{t}{\tau}, \quad \frac{\partial w_0}{\partial t} = -\frac{\pi\alpha}{\tau} \sin\pi\frac{t}{\tau},$$

et, si $t = \frac{\tau}{2}$, on a

$$\left(\frac{\partial w_0}{\partial t}\right)^2 = \left(\frac{\pi\alpha}{\tau}\right)^2.$$

» Évaluons le travail $\mathfrak{E}$ d'une demi-onde. Dans un cylindre de section σ, compris entre les plans $x = a + l$, $x = a$, on a

$$\mathfrak{E} = \mathfrak{E}_v + \mathfrak{E}_e,$$

en désignant par $\mathfrak{E}_v$ la puissance vive, égale à $\frac{1}{2}\rho\int_a^{a+l}\left(\frac{\partial w}{\partial t}\right)^2 \sigma\, dx$, et par $\mathfrak{E}_e$ la puissance de ressort, égale à $\frac{1}{2}\rho V^2\int_a^{a+l}\left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2 \sigma\, dx$. Or

$$\left(\frac{\partial w}{\partial t}\right)^2 = V^2\left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2;$$

donc

$$\mathfrak{E}_v = \mathfrak{E}_e; \quad \text{d'où} \quad \mathfrak{E} = 2\mathfrak{E}_e;$$

et puisque $\int_a^{a+l}\left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2 dx = \frac{\pi^2\alpha^2}{2l^2}\left[x + \frac{l}{2\pi}\sin 2\pi\left(\frac{t}{\tau} - \frac{x}{l}\right)\right]_a^{a+l} = \frac{\pi^2\alpha^2}{2l}$, on a

$$\mathfrak{E} = \rho\sigma l . \tfrac{1}{2}\left(\frac{\pi\alpha}{\tau}\right)^2;$$

c'est-à-dire que $\mathfrak{E}$ est égal à la puissance vive que posséderait le prisme considéré, s'il était animé tout d'une pièce de la vitesse maxima de vibration.

» On pouvait prévoir l'égalité $\mathcal{C}_v = \mathcal{C}_e$, puisque, lors de l'interférence de deux ondes, la puissance vive de l'une détruit la puissance de ressort de l'autre.

» Cette quantité de travail $\mathcal{C}$ est transportée à travers le corps et s'éteindra si quelque chose ne la renouvelle. Il faut donc, lorsque le corps est plongé dans un espace vide de toute matière pondérable, qu'il y ait autour de lui un milieu, l'éther, auquel il faut, par conséquent, supposer une densité. Un plan, parallèle à l'onde, sépare le milieu défini par les éléments (ρ, α, l, V) du milieu extérieur dont les éléments correspondants sont (E, $\mathcal{E}$, l_e, V_e), et qui transmet le travail

$$\mathcal{C} = \rho\sigma l \frac{1}{2}\left(\frac{\pi\alpha}{\tau}\right)^2 = \mathrm{E}\sigma l_e \frac{1}{2}\left(\frac{\pi\mathcal{E}}{\tau}\right)^2,$$

d'où

$$\rho\alpha^2 l = \mathrm{E}\mathcal{E}^2 l_e, \quad \text{ou bien} \quad l = k l_e,$$

si l'on pose $\frac{\mathrm{E}\mathcal{E}^2}{\rho\alpha^2} = k$. On a, par suite,

$$\mathrm{V} = k\mathrm{V}_e.$$

» La quantité de travail transmise au corps est plus petite que celle qui est apportée par l'éther, puisqu'une partie de celle-ci est réfléchie. La quantité $\mathrm{E}\mathcal{E}^2$ est censée tenir compte de cette diminution.

» Lors des vibrations lumineuses d'un cristal diaphane et incolore, placé dans le vide pondérable ou dans l'éther pur, quand τ varie, V_e ne change pas, et si le rapport d'intensité k reste aussi constant, il en sera de même de $\mathrm{V} = k\mathrm{V}_e$, ce qui contredit le phénomène de la dispersion.

» Cette constance de k d'une couleur à l'autre doit avoir lieu pour les milieux incolores. Si V_e est la même pour tous les rayons, les milieux incolores ne disperseraient pas les couleurs, lors des suppositions précédentes; et, si V_e variait d'une couleur à l'autre, la dispersion serait la même pour tous les milieux incolores, ce qui est contraire aux faits.

» Dans ce qui précède, on a supposé la continuité d'un milieu et ρ est la densité de ce milieu continu; l'expression $\mathcal{C}$ du travail a été trouvée en supposant la matière uniformément répandue; mais il est impossible de considérer cette supposition comme conforme à la réalité : les faits indiquent que les milieux pondérables sont formés de particules maintenues à distance. Il faut donc passer aux différences finies.

» Soit, dans le cas des axes de symétrie, $l = n\lambda$, n étant un nombre entier et λ la distance des particules sur l'axe des x; soit aussi ε' le travail de la demi-onde transmis à la matière pondérable seule, dans le milieu considéré, sur une largeur (σ) correspondant à une seule rangée de particules. Alors, posant

$$\pi\left(\frac{t}{\tau} - \frac{x}{l}\right) = \beta, \quad \pi\frac{\lambda}{l} = \gamma, \quad w_i = \alpha\cos[\beta - (i-1)\gamma],$$

on aura

$$\varepsilon' = \rho V^2 \sum \sigma\lambda \left(\frac{w_{i+1} - w_i}{\lambda}\right)^2.$$

Or

$$\left(\frac{w_{i+1} - w_i}{\lambda}\right)^2 = \frac{\alpha^2}{\lambda^2}[\cos(\beta - i\gamma) - \cos(\beta - i\gamma + \gamma)]^2$$
$$= 2\frac{\alpha^2}{\lambda^2}\left[1 - \cos 2\left(\beta + \frac{\gamma}{2} - i\gamma\right)\right]\sin^2\frac{\gamma}{2},$$

et

$$\sum_1^n \cos 2\left(\beta + \frac{\gamma}{2} - i\gamma\right) = \frac{1}{2\sin\gamma}\sum_1^n \{\sin 2[\beta - (i-1)\gamma] - \sin 2(\beta - i\gamma)\}$$
$$= \frac{\cos(2\beta - n\gamma)\sin n\gamma}{\sin\gamma},$$

expression qui est nulle si $n\lambda = l$; d'où

$$n\gamma = \pi.$$

On a donc

$$\varepsilon' = \rho V^2 2\frac{\alpha^2}{\lambda^2} l\sigma \sin^2\frac{\gamma}{2} = \rho\sigma l \frac{1}{2}\left(\frac{\pi\alpha}{\tau}\right)^2\left(\frac{2}{\gamma}\sin\frac{\gamma}{2}\right)^2, \quad \text{ou} \quad \varepsilon' = \varepsilon\varphi,$$

en posant

$$\frac{2}{\gamma}\sin\frac{\gamma}{2} = \varphi.$$

Cette expression de ε' se réduit à ε *si* γ est insensible (lors des ondes sonores).

» Si $n\lambda$ n'était pas égal à l, on ne considérerait que les particules comprises dans la longueur l. Ainsi, en considérant des particules séparées, c'est-à-dire une matière discontinue, on trouve une valeur ε' du travail plus petite que la valeur de ε trouvée, en supposant la matière uniformément répandue.

» Soit maintenant un double milieu. Le volume cylindrique $l\sigma$ comprend deux parties : l'une $l\sigma\varphi^2$, occupée par la matière pondérable; l'autre $l\sigma(1 - \varphi^2)$, vide ou occupée par de l'éther, vibrant librement, avec l'in-

tensité $e\varepsilon^2$; d'où

$$[\rho\alpha^2\varphi^2 + e\varepsilon^2(1-\varphi^2)]\,l = \mathrm{E}\varepsilon^2 l_e.$$

» Si $e\varepsilon^2 = \rho\alpha^2$, on a encore

$$l = k l_e, \quad \mathrm{V} = k\mathrm{V}_e,$$

et les conséquences trouvées ci-dessus pour un cristal incolore; la dispersion n'a pas lieu. Elle n'a pas lieu non plus si l'éther vibre seul. Il faut donc admettre que $e\varepsilon^2$ est plus grand que $\rho\alpha^2$; et, en effet, lors des vibrations lumineuses, c'est l'éther qui communique le mouvement à la matière pondérable, et l'intensité de la lumière propagée par l'éther doit être plus grande que l'intensité de la lumière transmise par la matière pondérable.

» Alors, posant $e\varepsilon^2 = \rho\alpha^2(1+q)$, et considérant γ comme très-petit, d'où $(1-\varphi^2) = \frac{\gamma^2}{6}$ sensiblement, on a

$$l + q\frac{\pi^2\lambda^2}{6l} = k l_e, \quad l^2 = k l_e^2 - q\frac{\pi^2\lambda^2}{3}, \quad \mathrm{V} = \mathrm{V}_e^2\left(k^2 - \frac{q}{3}\frac{\pi^2\lambda^2}{l_e^2}\right),$$

et, pour un cristal incolore, les rapports d'intensité k et q étant constants, $\rho\mathrm{V}^2$ (ou $\rho\omega^2$, ρb^2) diminue avec l_e, d'où la dispersion et la variabilité des coefficients d'élasticité.

» Ainsi les formules générales de l'élasticité s'appliquent à tous les cas, aux ondes sonores, aux ondes lumineuses, mais avec une différence essentielle; en effet, les coefficients varient. Lors des ondes lumineuses, les coefficients sont ceux de l'éther, proportionnels à la vitesse de propagation de la lumière; lors des ondes sonores, ils sont proportionnels à la vitesse de propagation du son. Tous les modes de vibration peuvent exister dans le corps.

» Enfin la dernière formule montre que, en comparant la constitution des spectres, on peut espérer connaître les rapports des λ et même les distances réelles des particules, puisqu'on connaît l_e. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Analyse de l'Agaric fétide* (Agaricus fœtens); par M. SACC. (Extrait.)

« Au commencement du mois d'octobre 1872, on m'apporta quelques beaux exemplaires de ce champignon vénéneux, ce qui me permit d'en étudier la composition. Ces champignons, qui avaient crû dans une forêt de chênes, ayant été cueillis par un temps très-sec, avaient perdu une partie de leur eau de végétation, ce qui les rendait assez flasques.

» ...... L'analyse a fourni les résultats suivants :

Eau	67,20
Mannite	0,60
Acide pectique	0,09
Fibrine	4,66
Bassorine	1,55
Ligneux	20,09
Graisse, acide, matières colorantes et odorantes	0,68
Cendres	5,13
	100,00 »

M. A. Bois adresse des observations relatives à une Note récente de M. *Gayon*, sur l'altération spontanée des œufs.

Des recherches faites par l'auteur le conduisent à admettre, dans la putréfaction des œufs, l'intervention d'organismes microscopiques présentant des cellules en chapelets et des spores; c'est un cryptogame dont les spores, venues de l'extérieur, auraient pénétré au travers de la coque.

M. E. Monnier adresse une Note sur le rendement des sucres indigènes en sucres raffinés.

Pour évaluer la quantité de sucre incristallisable qui se produira dans l'opération, il suffit, suivant l'auteur, de doser exactement la quantité de sels ou de cendres que fournissent les mélasses, et de la multiplier par un coefficient convenable : ce coefficient varie entre 4 et 5, suivant les opérations; la valeur 5 est une limite supérieure.

M. E. Achard adresse une Note concernant le déplacement du zéro des thermomètres.

M. Boens adresse une Note sur la cause de la détonation des larmes bataviques.

M. Trémaux adresse une Note relative à des matières propres à ôter aux tissus leur inflammabilité.

L'auteur s'est arrêté à l'emploi de mélanges de sulfate de potasse et d'aluns de potasse ou d'ammoniaque. Les sels sont mélangés en proportions diverses, suivant les résultats qu'on veut obtenir au point de vue de la souplesse de l'étoffe.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Physique, par l'organe de son doyen **M. Becquerel**, présente la liste suivante de candidats à la place devenue vacante, dans son sein, par le décès de M. *Duhamel:*

En première ligne	M. **Desains**.
En deuxième ligne, par ordre alphabétique.	M. **Cornu**. M. **Le Roux**.
En troisième ligne, par ordre alphabétique	M. **Berthelot**. M. **Bertin**. M. **Billet**. M. **Bourget**. M. **Cazin**. M. **Gaugain**. M. **Lissajous**. M. **Lucas**. M. **Mascart**. M. **Quet**.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 7 heures. **D.**

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 17 février 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publié par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. LXXIV à LXXVIII. Paris, Imp. nationale, 1871-1872; 5 vol. in-4°.

Catalogue des brevets d'invention; année 1870, n°s 4 à 12; année 1871, n°s 1 à 12; année 1872, n°s 1 à 8. Paris, impr.-libr. veuve Bouchard-Huzard, 1871-1872; liv. in-8°.

Recueil de Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires; 3e série, t. XXVIII. Paris, V. Rozier, 1872; 1 vol. in-8°.

Cours d'Analyse de l'École Polytechnique, par M. Ch. HERMITE, Membre de l'Institut; 1re Partie. Paris, Gauthier-Villars, 1873; 1 vol. in-8°.

Station agronomique du Nord. Compte rendu d'expériences faites sur diverses espèces de betteraves à sucre; par M. CORENWINDER. Lille, imp. E. Castiaux-Richez, 1873; br. in-8°.

La longévité humaine ou l'Art de conserver la santé et de prolonger la vie; par le Dr P. FOISSAC. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1873; 1 vol. in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours du prix de Statistique, 1873.)

Nouvelle formule d'intérêt composé; par M. E. CATALAN. Paris, Gauthier-Villars, 1872; opuscule in-8°. (Extrait du *Journal des Actuaires français.*)

Ch. MARTINS. *Statistique des Savans. Histoire des Sciences et des Savans depuis deux siècles, etc.* Paris, Claye, 1873; opuscule in-8°. (Extrait de la *Revue des Deux-Mondes.*)

Comparaison des membres pelviens et thoraciques chez l'homme et chez les mammifères, déduite de la torsion de l'humérus; par Ch. MARTINS. Paris, G. Masson, 1873; br. in-8°. (Extrait du *Dictionnaire encyclopédique des Sciences naturelles.*)

Nouveau traité de Chimie industrielle; par R. WAGNER, édition française, publiée d'après la 8e édition allemande, par le Dr L. GAUTIER; t. II, fascicule 6. Paris, F. Savy, 1873; in-8°.

Matériaux pour la paléontologie suisse ou Recueil de monographies sur les fossiles du Jura et des Alpes, publié par F.-J. PICTET; 6e série, 1re livraison, contenant : *Description des fossiles du terrain crétacé de Sainte-Croix; par* M. F.-J. PICTET; 5e partie. Genève, Bâle, Lyon, chez H. Georg, novembre 1872; in-4°.

Les grandes routes du globe. Le chemin direct de l'Orient ou de Londres à Sanghaï; par P. BOUNICEAU. Paris, Dentu, 1873; br. in-8°.

Documents relatifs au terrain crétacé du midi de la France; par M. HÉBERT. Paris, imp. Blot, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

(La suite du Bulletin au prochain numéro.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 MARS 1872.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'oscillation elliptique des cyclones solaires;* Note de M. FAYE.

« Tant qu'on a ignoré la véritable nature dès taches du Soleil, on a pu leur attribuer toute sorte d'influences mystérieuses qui ont énormément contribué à entretenir, parmi les astronomes, le zèle pour ce genre d'observations, influences sur nos aurores boréales, action sur l'aiguille aimantée, relations intimes avec le monde des planètes, etc.

» C'est ainsi qu'en Italie on s'est attaché à rechercher et à saisir de curieuses coïncidences entre l'apparition des taches (par suite celle des protubérances) et les aurores boréales; en Allemagne, entre le nombre des taches et les variations de certains éléments du magnétisme terrestre; en Angleterre, entre le nombre ou la grandeur des taches et les aspects des principales planètes. Rien de plus intéressant, en effet, que de saisir un lien cosmique entre les corps les plus éloignés, entre les phénomènes les plus disparates, et de rencontrer sur le Soleil, en dehors de l'attraction, de la lumière et de la chaleur, un ordre de phénomènes dont la manifestation retentit aussitôt jusque sur la Terre et sur les membres encore plus éloignés de notre monde solaire, et réciproquement.

» Ces brillantes hypothèses fléchissent quelque peu devant le fait que les taches sont de simples cyclones comme les nôtres; mais il n'en résulte

pas un moindre intérêt scientifique pour l'étude assidue du Soleil (*). Cet intérêt change seulement de nature; il se reporte d'une part sur la Mécanique générale, d'autre part sur la manière d'étudier les grands phénomènes purement dynamiques de notre atmosphère.

» Sur la Mécanique, parce que les cyclones solaires, par leur libre et complet développement, par leur longue durée et par la situation même de l'observateur à leur égard, ont une allure bien plus simple et bien plus facile à étudier que les nôtres, qui obéissent pourtant aux mêmes lois. Sur la Météorologie, parce que ses plus importants phénomènes revêtent justement la forme cyclonique; aussi cette science semble-t-elle attendre, de la Mécanique des mouvements tournants dans les milieux gazeux, les indications dont elle a besoin pour faire de nouveaux et décisifs progrès.

» Voici d'ailleurs une comparaison rapide des deux ordres de phénomènes au point de vue mécanique :

Cyclones solaires.	*Cyclones terrestres.*
1° Forme circulaire, largement évasée par le haut; axe à peu près vertical. Dimensions, à l'ouverture, variant depuis le simple point jusqu'à $\frac{1}{16}$ et même plus du diamètre du Soleil.	Même figure; même disposition; dimensions variant (en bas) depuis quelques mètres jusqu'à $\frac{1}{10}$ et même $\frac{1}{10}$ du diamètre de la Terre.
2° Puisant par aspiration dans les couches supérieures des matériaux refroidis qu'ils amènent violemment en bas.	Même phénomène, plus dépression barométrique énorme sur leur passage.
3° Gyration directe sur l'hémisphère nord et rétrograde sur l'hémisphère sud.	Mêmes phénomènes depuis longtemps constatés sur nos deux hémisphères.
4° Engendrés et entretenus par l'inégale vitesse des courants voisins dans la photosphère.	Même mode de génération et d'entretien.
Naissent et restent dans deux zones parallèles de part et d'autre de l'équateur (**).	Se produisent, selon les saisons, dans l'une ou l'autre région tropicale, mais n'y restent pas.
5° Ils suivent, comme des corps flottants, les courants parallèles de la photosphère.	Même phénomène, sauf la direction plus complexe des courants de notre atmosphère.
6° Se multiplient par voie de segmentation et forment des séries de cyclones alignés à peu près dans le sens des parallèles.	Se subdivisent, à la rencontre d'un obstacle, en cyclones partiels, bientôt indépendants; se succèdent très-souvent en séries alignées dans le sens du courant général.
7° Ils décrivent lentement de petites ellipses dans le sens de leur gyration et dans celui de la rotation du Soleil.	Durée trop courte pour que l'on ait pu y noter des phénomènes analogues.

(*) Je parle ici des taches, non de l'analyse spectrale du Soleil, dont l'intérêt se rapporte au côté physique et chimique des phénomènes; nous ne parlons ici qu'au point de vue mécanique.

(**) J'ai fait dépendre (*Comptes rendus*, séance du 30 déc. 1872, p. 1794) la distribution géographique des cyclones solaires de la loi de la rotation $m - n \sin^2 \lambda$; mais, au lieu de la différence des vitesses $\Delta . \sin^2 \lambda \cos \lambda$, que j'en ai conclue pour deux parallèles voisins, M. Roche, l'éminent professeur de Montpellier, propose $\sin \lambda \cos^2 \lambda . \Delta \lambda$, qui donne la latitude de 35 degrés, au lieu de 28 degrés, pour la région du maximum de fréquence des taches. M. Roche

» C'est cette dernière propriété des taches ou cyclones du Soleil que je vais reprendre dans cette Note. Lorsque je la signalai pour la première fois, en 1866, je ne connaissais pas encore la véritable loi de la rotation solaire qui intervient forcément dans une moitié de la question. Il est donc resté dans mon premier travail, mais pour l'oscillation en longitude seulement, une partie empirique et une confusion (*) dont il est aisé de le dégager aujourd'hui.

» En premier lieu j'ai démontré, il y a sept ans, que les taches sont animées en latitude d'une oscillation très-lente et très-régulière de la forme $\alpha \cos \beta t$, dont l'amplitude totale est 2α, et dont la période exprimée en jours est $\frac{360^{\circ}}{\beta}$.

» Les latitudes ne présentent pas d'autre inégalité; toute leur théorie est contenue dans la formule simple $\lambda + \alpha \cos \beta (t - \theta)$. Il est d'ailleurs aisé d'en déterminer graphiquement les constantes; car, en prenant le temps pour abscisse et les latitudes observées pour ordonnées, on obtient, pour chaque tache, une sinusoïde bien caractérisée sur laquelle on relève au compas la latitude moyenne λ, les quantités angulaires α et β, et l'origine du temps θ. On peut voir, dans mes premiers Mémoires de 1866, avec quelle exactitude on représente les observations par les seuls procédés graphiques. On corrige ensuite ces valeurs par le calcul, s'il y a lieu, en formant des équations de condition entre les observations et les corrections cherchées de la forme

$$\begin{aligned}\text{lat. obs.} = \lambda + \alpha \cos \beta (t - \theta) + d\lambda + \cos \beta (t - \theta) d\alpha \\ - \alpha \sin 1^{\circ} \sin (t - \theta) [(t - \theta) d\beta - \beta d\theta].\end{aligned}$$

De là la loi : *Les cyclones solaires n'ont pas, comme les nôtres, de mouvements progressifs en latitude, mais de simples oscillations pendulaires d'une grande lenteur (de 80 à 160 jours) et d'une amplitude totale assez considérable (de 2 à 4 degrés).*

» Il importe d'ajouter que les taches, sauf les cas de segmentation toute récente, sont indépendantes les unes des autres; il n'y a pas de mouvement d'ensemble : dans la même région, des taches se rapprochent de l'équateur, tandis que d'autres s'en éloignent ou sont stationnaires.

---

remarque d'ailleurs qu'il serait plus juste de faire intervenir ici les forces vives au lieu des simples vitesses.

(*) Ainsi dans mon dernier article (*Comptes rendus* du 17 février, p. 393, ligne 8 en remontant), je rappelle, par erreur, que l'oscillation est sensiblement linéaire et perpendiculaire à l'équateur. Elle est en réalité elliptique, mais le terme de cette espèce afférent à la longitude contient, comme on va le voir, deux parties imputables à des causes diverses, l'une propre à la tache, l'autre dépendante de la singulière rotation du Soleil.

» Examinons maintenant les inégalités de la longitude, et, pour cela, rappelons que les coordonnées des taches sont rapportées, dans le Catalogue de sept années de M. Carrington, à un méridien mobile, animé de la rotation alors admise pour le Soleil, c'est-à-dire d'une vitesse diurne de $14°,1843$. M. Carrington a reconnu qu'il fallait ajouter à cette vitesse un terme variable avec la latitude; j'ai trouvé que ce terme devait être de la forme $m - n \sin^2 \lambda$, en sorte que la loi de la rotation du Soleil (photosphère) est : *La vitesse angulaire de rotation diminue, d'un parallèle à l'autre, d'une quantité proportionnelle au carré du sinus de la latitude.* D'après cela, le mouvement diurne $m - n \sin^2 \lambda$ devient, pour une tache dont la latitude oscille périodiquement, $m - n \sin^2 [\lambda + \alpha \cos \beta (t - \theta)]$, et si elle est, en outre, animée, en longitude, d'une oscillation correspondante, ayant pour amplitude A (en arc de grand cercle), on aura, pour la longitude théorique,

$$\int \{ m - n \sin^2 [\lambda + \alpha \cos \beta (t - \theta)] \} dt + \frac{A \sin \beta (t - \theta)}{\cos [\lambda + \alpha \cos \beta (t - \theta)]}.$$

Cela suppose que la tache exécute autour d'une position moyenne, dans un sens quelconque, une petite ellipse ayant α et A pour axes, et que, quel que soit le parallèle sur lequel elle se trouve ainsi transportée, elle suit le mouvement correspondant de la rotation sur ce parallèle, à peu près comme un ballon qui suivrait les courants de notre atmosphère, quand bien même il posséderait en propre un petit mouvement d'oscillation.

» Mais il importe de noter que les constantes λ, α, β et θ ont été antérieurement données par les observations de latitude; par conséquent, dans l'expression précédente, il n'y a plus à déterminer que la constante introduite par l'intégration et le coefficient A.

» Développons cette expression suivant les puissances croissantes de la petite quantité α; on aura, après l'intégration,

$$\begin{aligned} &\text{const.} + \left(m - n \sin^2 \lambda - \tfrac{1}{2} n \alpha^2 \sin^2 1° \cos 2\lambda \ldots \right) (t - \theta) \\ &\quad - n \frac{\alpha}{\beta} \sin 2\lambda \sin \beta (t - \theta) - \frac{1}{4} n \frac{\alpha^2}{\beta} \sin 1° \cos 2\lambda \sin 2\beta (t - \theta) \ldots \\ &\quad + \frac{A}{\cos \lambda} \sin \beta (t - \theta) - \frac{1}{2} \frac{A}{\cos \lambda} \alpha \sin 1° \operatorname{tang} \lambda \sin 2\beta (t - \theta) \ldots . \end{aligned}$$

Comme α ne dépasse pas 2 degrés, les termes en α^2 et $A\alpha$ sont déjà négligeables. Le premier de ces termes atteint, il est vrai, $0°,0016$, et a le temps pour facteur; mais il se confond avec le moyen mouvement. Le second est périodique et ne dépasse pas $0°,02$. Le dernier, en $A\alpha$, est encore plus faible. Nous pourrons donc écrire, en prenant pour l'origine θ l'instant où la tache est le plus près possible du pôle sud, c'est-à-dire où la latitude

devient $\lambda - \alpha$,

$$\text{lat.} = \lambda - \alpha \cos\beta\,(t - \theta),$$

$$\text{long.} = \text{const.} + (m - n \sin^2\lambda)(t - \theta) + \left(n \frac{\alpha}{\beta} \sin 2\lambda + \frac{A}{\cos\lambda}\right) \sin\beta\,(t - \theta).$$

» J'ai trouvé, en 1867 (*), pour les constantes m et n de la rotation solaire, les valeurs 0°,1090 et 2°,622.

» Voyons maintenant, au moyen de taches de la plus longue durée possible, jusqu'à quel point cette formule s'adapte aux observations. La discussion nous montrera deux choses : 1° si une tache quelconque, transportée d'un parallèle sur l'autre, prend immédiatement les mouvements qui conviennent à ces parallèles successifs; 2° si elle possède un mouvement oscillatoire en longitude correspondant à l'oscillation en latitude dont l'existence et la loi ont été antérieurement mises hors de doute.

1° *Tache boréale observée du* 8 *janvier au* 9 *avril* 1866.

» Les quatre retours ont été observés par le P. Secchi (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 169). J'en ai déterminé l'oscillation en latitude (même tome, p. 1027), et les trente-trois latitudes m'ont donné

$$\text{lat.} = +\,8^\circ{,}0 - 1^\circ{,}7 \cos 2^\circ{,}68\,(t - 6^j).$$

On en déduit, par la formule ci-dessus,

$$\text{long.} = C + 0^\circ{,}066\,(t - 6^j) + \left(0^\circ{,}46 + \frac{A}{\cos 8^\circ}\right) \sin 2^\circ{,}68\,(t - 6^j).$$

» Nous aurons, pour déterminer C et le coefficient $0^\circ{,}46 + \frac{A}{\cos 8^\circ}$, les équations de condition suivantes, formées par la moyenne des observations faites aux quatre apparitions :

			Obs. — Calc.
$1\,C + 0{,}451$	$\left(0^\circ{,}46 + \frac{A}{\cos 8^\circ}\right)$	$= 201^\circ{,}34$	$-0^\circ{,}52$ (**)
$1\ \ +1{,}000$	»	203,76	+0,40
$1\ \ +0{,}287$	»	202,77	−0,08
$1\ \ -0{,}801$	»	200,26	+0,09

Elles donnent

$$0^\circ{,}46 + \frac{A}{\cos 8^\circ} = 1^\circ{,}83 \quad \text{d'où} \quad A = 1^\circ{,}36,$$

(*) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 201. *Sur la loi de la rotation superficielle du Soleil.*

(**) Les deux premières séries de longitudes ont été déduites par le P. Secchi de simples dessins; de là, sans doute, leur précision moindre. Les autres ont été obtenues par le même astronome au moyen d'excellentes mesures micrométriques. Il est utile de noter ici que les observations de cette tache se rapportent, par exception, au centre de l'ouverture supérieure de la pénombre et non au centre du noyau.

valeur qui satisfait aux observations du P. Secchi avec toute la précision qu'elles comportent. Ainsi les mouvements de cette tache, rapportés au méridien mobile dont la longitude est donnée à tout instant t par

$$C + (14^\circ,1843 + 0^\circ,066)(t - 6^j) + 0^\circ,46 \sin 2^\circ,68(t - 6^j)$$

ont pour expression

En longitude	$+ 1^\circ,36 \sin 2^\circ,68(t - 6^j)$
En latitude................	$- 1^\circ,70 \cos 2^\circ,68(t - 6^j)$

C'est une ellipse ayant pour axes $2^\circ,72$ et $3^\circ,40$. Comme la tache part du point le plus austral de son excursion, et qu'à partir de cette date $t = 6^j$ où la longitude est nulle celle-ci va en croissant, il s'ensuit que cette petite ellipse est parcourue en sens direct.

2° Tache australe observée du 1er août au 1er décembre 1860.

» Les quatre premiers retours ont été reconnus par M. Carrington. D'après ces observations, j'avais trouvé, pour la latitude,

$$- 25^\circ,68 - 1^\circ,93 \cos 3^\circ,184(t - 305^j,2).$$

Cette expression m'ayant fait découvrir, dans le catalogue anglais, un cinquième retour de la même tache, je viens d'en corriger les coefficients au moyen de ciuq équations de condition de la forme indiquée plus haut. Ces équations ont donné

$$d\lambda = + 0^\circ,18, \quad d\alpha = - 0^\circ,075, \quad d\beta = + 0^\circ,174, \quad d\theta = + 2^j,31;$$

l'expression définitive de la latitude est donc

$$- 25^\circ,50 - 2^\circ,00 \cos 3^\circ,358(t - 302^j,9).$$

» Les latitudes observées (moyennes des observations faites à chaque retour) sont représentées de la manière suivante :

Dates.	Latitudes observées.	Obs. — Calc.
1860 + 218^j,55........	$- 25^\circ,86$	$- 0^\circ,11$
246,99........	$- 23,72$	$+ 0,20$
276,47........	$- 25,37$	$- 0,18$
303,81........	$- 27,72$	$+ 0,22$
332,99........	$- 25,10$	$- 0,13$

On en déduit, pour l'expression de la longitude,

$$C - 0^\circ,3775(t - 302^j,9) + \left(- 1^\circ,186 + \frac{A}{\cos 25^\circ}\right) \sin 3^\circ,358(t - 302^j,9).$$

» Comme l'incertitude de la valeur que j'ai assignée à la constante n de la rotation solaire peut être ici sensible, je comprendrai le coefficieut

de $t-\theta$ au nombre des inconnues en le désignant par μ; on aura ainsi les équations normales déduites de l'ensemble des observations :

				Long. obs.	Obs. — Calc.
1C	$-34,35\mu$	$+0,973$	$\left(-1°,86+\frac{A}{\cos 25°}\right)=$	$250°,14$	$-0°,02$
1	$-55,91$	$+0,134$	»	$239,08$	$+0,08$
1	$-26,43$	$+1,000$	»	$227,69$	$-0,32$
1	$+0,91$	$-0,052$	»	$215,10$	$+0,64$ (*)
1	$+29,09$	$-0,991$	»	$200,40$	$-0,33$

d'où $\mu=-0°,4354$, ce qui indique une légère augmentation de la valeur admise pour n (1), et

$$-1°,186+\frac{A}{\cos 25°}=-1°,55 \quad \text{d'où} \quad A=-0°,32.$$

Ainsi, la tache étant rapportée au méridien mobile dont la longitude est

$$C+(14°,1843-0°,4354)(t-302^j,9)-1°,186\sin 3°,358\,(t-302^j,9),$$

ses coordonnées seront

En longitude......... $-0°,32\sin 3°,358(t-302^j,9)$
En latitude........... $-2°,00\sin 3°,358(t-302^j,9)$

» C'est encore une ellipse ayant pour axe 0°, 64 et 4 degrés; elle est parcourue par la tache en sens rétrograde, car, celle-ci partant à l'instant $t=302^j,9$ de l'extrémité australe de l'axe perpendiculaire à l'équateur, la longitude va en croissant négativement.

3° Tache australe observée du 16 *janvier au* 1er *août* 1860.

» C'est la plus étonnante par sa longue durée comprenant huit rotations; mais elle n'a été observée, à cause du mauvais temps, qu'à six apparitions. Elle m'a donné, en 1866 (*Comptes rendus*, t. LXII, p. 118),

$$\text{lat.}=-11°,68-1°,12\cos 2°,3(t-164^j),$$

et l'on peut voir au volume cité avec quelle précision sont représentées les vingt-quatre observations de latitude. On en déduit

$$\text{long}=C+0°,0015(t-164^j)+\left(-0°,506+\frac{A}{\cos 12°}\right)\sin 2°,3(t+164^j).$$

» A l'aide des observations réparties dans ces six apparitions, on a formé les équations normales.

(*) Cette tache présente quelques observations discordantes à la fin (en longitude seulement), ce qui explique les erreurs trop fortes que laisse ici la théorie.

Dates, 1860.				Calc.-Obs.
$+15^j,5$	$1C - 148,5\mu$	$+0,32\left(-0^\circ,506+\frac{A}{\cos 12^\circ}\right)$	$=21^\circ,73$	$-0^\circ,03$
72,4	1 − 91,6	+ 0,51	» 20,64	+ 0,05
125,5	1 − 38,5	− 1,00	» 21,56	− 0,09
156,4	1 − 7,6	− 0,30	» 20,20	+ 0,11
184,6	1 + 20,6	+ 0,74	» 18,79	+ 0,06
206,6	1 + 42,6	+ 0,99	» 18,38	− 0,08

» On en tire

$$C = 10^\circ,90 = \text{long.} \quad \text{pour} \quad t = 1860 + 164^j \quad \text{et} \quad \mu = -0^\circ,0143,$$

ce qui indique, comme tout à l'heure, qu'il faut augmenter un peu la valeur $2^\circ,622$ adoptée pour la constante n, et enfin

$$-0^\circ,506 + \frac{A}{\cos 12^\circ} = -1^\circ,02, \quad \text{d'où} \quad A = -0^\circ,51.$$

» Ainsi cette tache rapportée au méridien mobile, dont la longitude est

$$19^\circ,90 + (14^\circ,1843 - 0^\circ,0143)(t - 164) - 0^\circ,506 \sin 2^\circ,3(t - 164^j),$$

a pour coordonnées

En longitude............ $-0^\circ,51 \sin 2^\circ,3(t - 164^j)$,
En latitude............. $-1^\circ,12 \cos 2^\circ,3(t - 164^j)$.

Elle décrit donc réellement une ellipse dont les axes sont $1^\circ,02$ et $2^\circ,24$; dans un sens rétrograde, puisque, en partant de l'extrémité australe du grand axe perpendiculaire à l'équateur, sa longitude, nulle à ce moment, prend avec le temps des valeurs négatives.

» Ici tout se trouve réuni, durée exceptionnelle de plus de six mois et représentation très-exacte des observations.

Conclusion.

» Des trois taches les plus longuement observées sur l'un et l'autre hémisphère, nous avons tiré

Durée de la tache.	Latitude.	Oscillation elliptique. Grand axe.	Petit axe.	Période.	Sens du mouvement.	Hémisphère.
3 mois.....	$+8^\circ$	$3^\circ,4$	$2^\circ,7$	134^j	direct.	boréal.
4 mois.....	−25	4,0	0,6	107	rétrogr.	austral.
6 mois.....	−12	2,2	1,0	157	rétrogr.	austral.

» Ainsi *les taches de longue durée décrivent sensiblement autour de leur position moyenne de petites ellipses dont le grand axe est perpendiculaire à l'équa-*

teur. Le sens de ce mouvement très-lent est identique, sur les deux hémisphères, à celui de la gyration propre des taches.

» Évidemment l'oscillation en longitude est plus difficile à déterminer exactement que l'oscillation en latitude, parce qu'il intervient alors une indéterminée de plus, savoir : le moment diurne, dû à la rotation toute spéciale de la photosphère. Néanmoins, et tout en tenant compte de l'influence possible d'un très-petit nombre d'observations discordantes, l'accord de ces trois taches de si longue durée ne laisse pas de doute sur cette conclusion.

» J'ai cherché à expliquer ce mouvement elliptique des taches en le rapportant à un mouvement conique de l'axe du cyclone analogue à celui d'une toupie.

» Il existe, en effet, des causes qui semblent devoir donner lieu à un mouvement de ce genre, tout en le modifiant dans le sens des parallèles; et j'ajoute que l'ensemble des faits ne permet guère de tenter une autre voie. Mais ces indications ont plutôt pour but de montrer l'intérêt du problème et d'en faire espérer la solution que de prétendre la donner dès maintenant. Il faudrait, pour nous mieux mettre sur la voie, des observations encore meilleures et plus suivies que celles de M. Carrington : c'est à la Photographie seule qu'il faudra les demander et à un ciel plus favorable que celui de Londres. »

CHIMIE. — *De l'action de l'effluve électrique sur un mélange à volumes égaux d'acide carbonique et de protocarbure d'hydrogène;* par MM. **P. Thenard** et **Arn. Thenard.**

« Le gaz, tel qu'on le retire des marais, est surtout un mélange de protocarbure d'hydrogène et d'acide carbonique. Quant au rapport exact des deux gaz, il est sans doute variable; mais, si les souvenirs déjà bien anciens de l'un de nous ne le trompent pas, les deux gaz sont à peu près dans la même proportion.

» Or si, par la pensée, on fait la somme des éléments d'un tel mélange, on arrive à la reconstitution de la molécule organique, dont le terme le moins élevé serait représenté par 2 de charbon, 2 d'hydrogène et 2 d'oxygène, c'est-à-dire dans un rapport qui se rencontre souvent dans les produits de la végétation.

» Mais comment réunir des éléments ainsi dissociés par la putréfaction?

» L'an dernier, l'un de nous a fait voir que l'acide carbonique se dépar-

tageait sous l'influence de l'effluve électrique en oxyde de carbone et oxygène, et que, si faible qu'elle fût, l'oxygène ainsi isolé avait une tendance à l'ozonification, c'est-à-dire à un état qui favorise sa combinaison instantanée avec nombre de corps oxydables.

» Le protocarbure d'hydrogène est-il un de ces corps; et, s'il en est ainsi, n'y avait-il pas lieu de se demander ce que deviendrait l'oxyde de carbone, quand à l'oxygène on substituerait l'acide carbonique? L'oxyde de carbone qui en dériverait ne se combinerait-il pas aussi lui-même, et le type $C^2H^2O^2$, ou l'un de ses multiples, ne se formerait-il pas?

» Telles sont les vues qui nous ont dirigés dans l'expérience que nous allons décrire.

» A un tube à effluve placé horizontalement on a soudé dans la position verticale deux petites cloches de 12 centimètres cubes dont on a plongé l'ouverture inférieure dans un bain de mercure; l'air contenu dans ces cloches et le canal qui les réunissait ayant alors été balayé par un mélange à volumes égaux d'acide carbonique et de protocarbure d'hydrogène, on a donné l'effluve.

» Or, au bout de dix minutes et sans qu'il y ait eu apparence de dilatation, la condensation des gaz était déjà sensible, et au bout de six heures, sauf le mince volume compris dans le canal à effluve, elle était complète. Les cloches ayant été ainsi remplies huit fois consécutivement, le mélange gazeux s'est toujours condensé, et la condensation qui continue à être complète, loin de se ralentir, s'accélère au contraire jusqu'ici.

» Quant au produit, c'est un liquide visqueux très-limpide, qui reste attaché en gouttelettes aux parois du canal soumis à l'effluve, et qui avec le temps prend une teinte légèrement ambrée.

» Comme contre-épreuve, nous avons soumis le même mélange gazeux à l'étincelle électrique. Alors, comme on devait s'y attendre, le phénomène a diamétralement changé : les gaz se sont aussitôt dilatés, et au bout d'une heure, en opérant sur 60 centimètres cubes, leur volume a varié de 2 à $3^v,5$ en même temps qu'il s'est déposé une quantité de charbon nullement négligeable et provenant de la décomposition du protocarbure et non de l'oxyde de carbure formé, ce qui, comme l'un de nous l'a démontré en d'autres temps, aurait eu lieu si l'on eût trop prolongé l'expérience, tout en maintenant les gaz dans un état de siccité suffisant.

» Cependant il ne faudrait pas croire que tout le charbon du protocarbure se soit déposé; car, dans ce cas, le volume n'eût pas varié, et s'il ne s'en était pas déposé du tout, il eût doublé de volume.

» L'action de l'étincelle diffère donc entièrement dans cette expérience de celle de l'effluve, non-seulement dans sa marche générale, mais dans ses moindres détails : l'une détruit et l'autre reconstitue.

» Mais que reconstitue-t-elle? C'est ce que nous ne pouvons encore dire.

» Pour le soupçonner, il eût fallu briser le tube à effluve et mettre fin à une expérience qui marche bien et dont il est curieux d'attendre le terme ; d'ailleurs, en faisant ce sacrifice prématuré, nous aurions à peine recueilli plus de 240 milligrammes d'une matière peut-être délicate à déterminer, ce qui eût rendu ce sacrifice inutile.

» La lecture d'aujourd'hui n'est donc en quelque sorte qu'une prise de date; nous allons essayer de construire des appareils plus propices, et alors, tout en approfondissant la réaction que nous venons de signaler, nous en étendrons le cercle à d'autres substances. »

M. Dumas, que son confrère M. Thenard a bien voulu rendre témoin de l'expérience qu'il vient de décrire et qui en a reconnu avec lui les résultats essentiels, disparition complète du gaz employé et formation d'un liquide incolore et visqueux, est demeuré convaincu que l'électricité, sous cette forme d'effluves sans chaleur apparente, constitue une force nouvelle. Mise à la disposition des chimistes, elle semble spécialement propre à déterminer la combinaison des divers gaz entre eux, par le même procédé à l'aide duquel elle unit l'oxygène à l'oxygène pour former l'ozone.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la nature et l'origine des taches solaires;* Lettre du P. Secchi à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 21 février 1873.

» Les idées que j'ai émises dans ma dernière Communication (1) sur l'origine des taches ont été longuement combattues par M. Faye, comme je m'y attendais. Je le remercie de les avoir prises en considération, et puisque ce célèbre savant m'invite lui-même à continuer la discussion et à donner plus de développement à la question, je demande à l'Académie la permission de le faire. J'espère démontrer que les faits constatés par les astronomes ne contredisent pas ma théorie, mais la confirment, pourvu qu'on fasse les distinctions convenables.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 250.

» Je vais chercher à résoudre successivement les questions fondamentales suivantes :

» I. A quelle cause immédiate doit-on attribuer l'obscùrité des taches?

» II. Comment sont-elles produites?

» III. Quelle est leur structure, lorsqu'elles sont formées?

» La question de savoir si les taches sont des tourbillons ou non n'est que secondaire dans ma théorie, et c'est pourquoi j'avais dit (1) : *En tout cas, même en admettant ces tourbillons, il faudrait toujours trouver une cause déterminante, laquelle ne peut être qu'une éruption.* Mais, sans les distinctions que je viens d'indiquer, toute théorie devient impossible; discutons donc à fond ces questions partielles.

» I. Quelle est la cause immédiate de l'obscurité des taches? La réponse à cette question ne peut être douteuse. Le spectroscope a démontré que, dans les taches, il y a des amas de vapeurs absorbantes métalliques, et surtout des vapeurs de sodium, de fer, de calcium, de magnésium et d'autres matières qui produisent des bandes mal définies. J'ai démontré tout cela dans plusieurs Communications adressées à l'Académie en 1869 (2); j'ai établi que les raies métalliques se gonflaient, devenaient diffuses et plus larges; que celles de l'hydrogène, au contraire, se rétrécissaient, disparaissaient, parfois même se renversaient.

» Cela admis, se présente naturellement la deuxième question.

» II. D'où viennent ces vapeurs métalliques? Ma réponse a été qu'elles sont produites par des éruptions. Une étude soutenue, depuis le jour où l'Europe a pu connaître la mémorable découverte de M. Janssen, jusqu'à présent, m'a toujours montré que les protubérances sont prédominantes sur les facules; que, dans la région des taches, les grandes protubérances se trouvent à coup sûr sur les facules les plus vives, et les taches paraissent ensuite (3); que, comme les taches sont environnées des facules, elles sont aussi couronnées de protubérances, au point que celles-ci forment une espèce de cratère autour des taches (4); que les raies hydrogéniques apparaissent renversées à l'intérieur même du disque sur ce cratère, jusqu'aux noyaux des taches; que, sur ces facules, on distingue souvent l'éruption

(1) *Comptes rendus*, p. 255, ligne 4.

(2) *Comptes rendus*, t. LXVIII; p. 237, 960, 961; p. 1084, ligne 8; p. 1091, etc.

(3) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1083, ligne 12; p. 1082, ligne 6, en remontant; *Atti dell' Ac. de' Lincei*, 6 giugno, 1869, n° 3, 4, 5, 6, etc.

(4) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1082; *Memorie della Soc. ital.*, vol. 1, déposé le 29 novembre 1869, sur les observations de mai 1869.

d'autres métaux (1); que, bien souvent, les éruptions sont visibles dans le milieu même des taches, et même sur les ponts. Enfin, le 24 avril (2), je communiquai à l'Académie les principes de l'explication même que j'ai présentée dernièrement, en y faisant cependant cette fois quelques modifications. Tout cela (il est bon de le rappeler) a été établi avant qu'on introduisît l'usage de la fente élargie, et avant que M. Respighi commençât ses observations.

» La méthode de la fente élargie n'a fait que donner un moyen plus expéditif et plus sûr pour établir une relation entre les deux phénomènes des taches et des éruptions, et j'en ai largement profité. Mais ces nouvelles recherches firent naître des difficultés qui semblèrent détruire toute ma théorie antérieure. 1° On voyait bien que les taches succédaient aux éruptions, mais on remarquait qu'un grand nombre de protubérances se présentaient là où n'apparaissaient pas de taches; enfin on avait des taches sans protubérances ni éruptions. 2° On distinguait directement, sur le noyau des taches, les protubérances et les éruptions. On nous demanda alors, comme le fait aujourd'hui M. Faye, *comment la flamme d'une éruption, qui va trouer la photosphère, ne passe pas par ces trous, mais aux environs* (3). Ces difficultés sont spécieuses; je crois les avoir bien comprises et présentées dans toute leur force, mais elles ne sont pas difficiles à résoudre, à l'aide des dernières découvertes.

» Premièrement il ne faut pas se préoccuper uniquement de la hauteur des protubérances; il faut aussi examiner leur composition chimique. Cette distinction est essentielle; j'ai reconnu qu'il faut séparer, à ce point de vue, les éruptions en deux classes : les unes contiennent l'hydrogène et la substance D_3 seulement; les autres contiennent des métaux. J'ai signalé cette distinction dans ma Communication; M. Faye ne paraît pas en avoir apprécié l'importance : c'est cependant la clef qui permet de résoudre toutes les difficultés proposées.

» Les protubérances très-élevées qu'on observe sur le contour des noyaux sont généralement hydrogéniques; elles s'épanouissent à une grande distance: elles ne peuvent pas former la tache, ni contribuer à son obscurité. En effet, partout où ce gaz est assez incandescent, ses raies noires sont amincies, disparaissent, et même se renversent et deviennent brillantes. La

(1) *Comptes rendus*, *Mém. cit.*, *passim.*; t. LXIX, p. 591, observations d'avril 1869.

(2) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1084.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 304, ligne 18.

raison en est très-simple : ce gaz, s'élevant au-dessus de la couche plus dense de la chromosphère, ne laisse plus au-dessus de lui une couche capable d'en renverser les raies; s'il est assez incandescent, il brille d'une lumière directe; il ne doit donc pas produire une tache, mais bien plutôt une facule; et en effet ces protubérances sont plus vives là où il y a des facules. Nous voyons en effet souvent, vers 45 degrés de latitude héliographique, des protubérances immenses, et cependant on n'y distingue aucune tache, mais plutôt des facules : ainsi s'explique comment des éruptions peuvent avoir lieu sans que les taches apparaissent.

» Arrivons aux éruptions contenant des métaux. Celles-ci peuvent produire soit la tache, soit la facule. Elles produiront la facule lorsqu'elles se soulèveront au-dessus de la couche absorbante de vapeurs qui produit les raies noires de Fraunhofer, car alors les jets peuvent briller d'une lumière directe; c'est ce que l'on constate facilement au bord; mais on l'a observé plusieurs fois aussi même sur le disque, dans les taches et surtout sur les ponts, pour les métaux plus légers, sodium et magnésium. Plus habituellement l'éruption métallique produira la tache, et cela pourra arriver de deux manières : d'abord dans le cas de grandes éruptions et de jets très-élevés, dans lesquels la matière soulevée se refroidit, et, en retombant, forme une couche absorbante qui, s'interposant entre l'observateur et la photosphère, doit produire les effets d'absorption que nous avons indiqués ci-dessus. Cette masse flotte, totalement ou partiellement ensevelie dans la photosphère, et produit l'effet d'une cavité. Comme les jets sont ordinairement obliques, la matière retombe souvent à deux ou trois degrés héliographiques de distance; on conçoit donc facilement comment la masse qui produit la tache ne revient pas sur le trou d'éruption. De plus (et cela est remarquable) ces jets sont rarement isolés ; ils sont accouplés, souvent de directions convergentes, comme des fontaines qui se déverseraient dans un même bassin (*voir* mes nombreux dessins publiés), et alors on comprend comment, au centre de la région occupée par ces orifices, il doit se produire une masse dense et absorbante, environnée d'éruptions. Il n'est pas facile d'expliquer cette multiplicité des jets, d'ailleurs très-fréquente, mais c'est là un fait donné par l'observation, il faut donc bien l'accepter tel quel. Un magnifique exemple s'est présenté le 7 février dernier : un grand nombre de jets s'élançaient tout autour d'un centre, vers lequel ils convergeaient; le jour suivant, il apparut une tache ayant plusieurs noyaux. (Les dessins seront publiés dans les *Mémoires de la Société spectroscopique*.) Ces masses

sont irrégulières pendant l'éruption, mais peu à peu elles arrivent à former une figure arrondie, d'où les taches nucléaires (1).

» Ici donc, il n'y a aucune nécessité que la tache soit concentrique à l'orifice. De plus, cette masse peut être transportée loin de l'orifice par des courants, comme il arrive pour nos volcans terrestres. C'est pour cela que je n'ai pas dit, comme paraît le supposer M. Faye, *que la tache est une éruption;* mais j'ai dit au contraire (2) QUE LES TACHES SONT PRODUITES PAR LES ÉRUPTIONS, ce qui est bien différent. La tache est formée, selon moi, par les produits métalliques de l'éruption, qui peuvent être transportés loin de l'orifice d'où ils sont sortis.

» Cependant je ne refuse pas d'admettre que, dans un grand nombre de cas, la tache peut bien rester précisément sur le centre même d'éruption. Telle est l'opinion de M. Tacchini, et celle que j'avais admise moi-même d'abord; mais j'ai vu ensuite que, dans plusieurs cas, elle n'est pas d'accord avec l'observation. Il peut parfois en être ainsi, surtout lorsque l'éruption est faible, et qu'elle se borne à ces petites flammes droites, roides et très-brillantes, mais basses, qui ont frappé tous les observateurs, et qui ont été signalées comme précédant les taches (3); mais les observateurs n'ont pas fait assez attention à leur nature chimique. Ces petites flammes sont presque toujours métalliques et peuvent bien donner naissance à une tache sur la place même de l'éruption; car les vapeurs, après s'être soulevées, doivent se refroidir rapidement et devenir absorbantes, et, comme elles ne forment pas de paraboles gigantesques, elles peuvent produire alors le nuage ou l'amas absorbant qui constitue la tache. En effet, les raies directes que nous trouvons dans ces flammes sont celles que nous voyons renversées dans les taches. De plus, en tenant compte du temps que l'éruption doit employer pour entrer dans l'intérieur du disque, le jour suivant, on trouve que la tache correspond réellement à l'éruption; c'est une remarque qui a été confirmée également par M. Spœrer.

» Mais, dans ce cas, peut-on dire encore, comment expliquer l'excentricité des jets environnant la tache? Rien de plus simple : d'abord ces jets sont de l'hydrogène et non des métaux, et il est facile de comprendre que,

---

(1) *Voir*, aux *Comptes rendus*, ma Communication de septembre; *voir* aussi l'ouvrage *le Soleil*.

(2) Page 233, ligne 23.

(3) *Voir* les Notes de M. Respighi, et dernièrement M. Spœrer (*Astronomische Nachrichten*, n° 1919), Tacchini (*Bulletino di Palermo*).



dans les points qui émettent des métaux, l'hydrogène sorte en plus faible quantité; la couche métallique, plus dense, doit donc offrir une résistance qui oblige l'hydrogène à sortir latéralement; précisément comme, dans nos volcans, les jets des éruptions sont détournés par la présence du nuage de cendres formé par une éruption antérieure. C'est ainsi que l'on peut expliquer les jets latéraux et très-divergents qu'on observe quelquefois, et que j'ai vus surtout dans la mémorable éruption du 7 juillet 1872 (1). Je ne crois pas que M. Faye veuille attribuer ces formes à un obstacle solide; mais on conçoit que le nuage formé au-dessus du centre d'éruption, par les vapeurs métalliques, puisse produire cette déviation de l'éruption d'hydrogène. Si celle-ci trouve une ouverture, même au centre, elle peut alors s'échapper par là, et produire ainsi ces jets que j'ai figurés et qui sont si remarquables (2).

» De plus, il faut remarquer que les émissions métalliques sont intermittentes, et que l'hydrogène se dissipe rapidement dans l'atmosphère solaire : la partie centrale de l'éruption reste donc bientôt dépouillée de son hydrogène, pendant que ce gaz continue encore à sortir tout autour de la masse centrale. On voit donc que le phénomène n'est pas impossible à comprendre, bien qu'il ne soit pas aussi simple qu'on pourrait le croire.

» Toutes ces distinctions sont indispensables : je ne les avais point faites dans ma Communication précédente, afin d'être court, et l'on a trouvé une grande difficulté à me comprendre. On m'a même attribué cette opinion, que le trou d'éruption serait toujours correspondant à la tache, et cependant j'avais écrit (page 254, ligne 17) : *L'observation prouve que les jets les plus vifs se présentent au bord;* et, dans une publication antérieure, j'ai dit *qu'ils paraissent même précéder les taches* (3).

» Ayant ainsi, au moins je l'espère, répondu aux premières objections, il me sera facile de répondre à cette autre, que les taches ne sont pas toujours accompagnées de protubérances; car, si elles sont formées de matériaux d'éruption, ceux-ci pourront subsister longtemps après l'éruption elle-même : je n'ai pas à répéter ici ce que j'ai dit ailleurs.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 319, *fig.* H, et *fig.* I. *Voir* aussi *Memorie degli spettrocopisti*.

(2) *Fig.* I. (*Comptes rendus*) et *Memorie degli spettrocopisti*.

(3) On me pardonnera de ne pas indiquer le lieu précis de cette citation; dans tant d'articles que j'ai publiés, il m'est difficile de la retrouver. Cette difficulté explique aussi celle qu'on rencontre quelquefois pour faire droit à toutes les priorités de publication, la même idée se présentant simultanément à plusieurs personnes.

» III. J'arrive maintenant à la dernière question : quelle est la structure des taches? J'ai déjà dit que les taches spirales sont rares, et je le maintiens. M. Faye insiste beaucoup sur les lois de la circulation de la photosphère solaire, lois qu'il a si savamment déduites des observations de M. Carrington. Je suis bien loin de contester les résultats du savant astronome, mais je pense qu'ils ne dispensent pas d'avoir toujours égard aux faits observés; d'ailleurs on ne peut admettre pour toutes les taches cette origine ni cette circulation cyclonique. M. Faye dit qu'elle peut se produire dans le centre de l'ombre sans arriver au contour de la pénombre; je répondrai que, comme observateur, je ne puis garantir que ce que je vois, et j'ajouterai que l'on constate souvent, à l'intérieur des taches, des langues, des ponts et des appendices brillants, qui ne donnent aucun signe de rotation et qui devraient cependant en donner, car M. Faye dit que la rotation doit être très-vive pour empêcher la tache de se dissiper (p. 309, ligne 20).

» J'ai dit encore que, en admettant cette circulation, elle *ne pourrait avoir une grande influence*. Pour montrer que c'est là une erreur, M. Faye calcule la différence de vitesse entre deux parallèles éloignées d'un seul degré, et la trouve suffisante pour produire un ouragan. J'admets cela, mais je ferai observer que les éruptions lancent *visiblement* la matière à deux, trois et quelquefois cinq degrés de distance, de sorte que cette cause aurait autant et plus d'influence que l'autre : la vitesse de projection doit être prodigieuse, pour faire franchir à la matière, en quelques minutes, ces espaces énormes. Nul doute que ces éruptions puissent produire des taches spirales; mais, quant à la différence de transport due à la circulation comme l'admet M. Faye, je me permettrai d'observer qu'il ne suffit pas de calculer la différence de vitesse entre les deux parallèles, et qu'il faut encore tenir compte du temps dans lequel cet intervalle est franchi. Ainsi, même sur la terre, le transport d'une masse atmosphérique à une distance de 10 ou 20 degrés, dans un temps très-court, pourrait produire un épouvantable ouragan; si, au contraire, cette translation se fait lentement, comme celle qui se produit habituellement par les alizés, il en sera tout autrement.

» Or, d'après ma longue expérience, quoique les mouvements dans le soleil soient énormes, il me paraît que la vitesse avec laquelle les courants périphériques se précipitent vers le centre, dans les taches arrivées à une certaine régularité, n'est pas très-grande. Ces taches emploient quelquefois des semaines à se former. Les rayons qui forment les pénombres conservent des longueurs assez constantes pendant des journées entières; on

les voit rebroussés et arrondis à leur sommet, comme s'ils rencontraient une résistance pour pénétrer dans la partie sombre, occupée par les vapeurs métalliques. Il me paraît difficile de concilier ces particularités avec une rotation *très-vive*, surtout dans les taches nucléaires qui sont les plus persistantes.

» Pour moi, tout en admettant les mouvements constatés par M. Faye, il me paraît plus probable que la masse sombre flotte et participe à la circulation propre d'une masse bien plus étendue que celle de la tache et qui doit comprendre, non-seulement la partie sombre, mais la couronne des facules qui l'environne à une distance considérable. Quant à la nécessité de cette rotation pour l'apparition de la tache, c'est une conséquence des hypothèses établies par M. Zöllner, et il n'y a rien là qui constitue une démonstration directe : cette conséquence découle sans doute de l'hypothèse d'une photosphère très-mince, traînant sur un noyau solide ou liquide, hypothèse qu'on ne saurait admettre.

» Je passe aux objections tirées des recherches de M. Lockyer, et de l'opinion des astronomes anglais. Selon eux, les taches sont des régions dans lesquelles la matière va s'engouffrer, avec un *down-rush* constaté, dit-on, par les observations spectrales de M. Lockyer. L'autorité de ce savant est incontestable, et j'admets qu'il en est ainsi; mais on peut facilement expliquer ce phénomène dans ma théorie. Si nous parlons de la première période de la tache, il s'y produit des mouvements en tous sens, savoir l'éruption et la descente de la masse lancée, et souvent des tourbillons à axe horizontal sont très-prononcés; il doit donc être facile de constater alors cette descente, ce *down-rush*. Mais je ne sais pas si le spectroscope l'a constaté dans les taches tranquilles : je n'y ai pas réussi. Cependant une descente de la matière lumineuse doit s'y produire, et accompagner ces courants qui constituent la pénombre et convergent au centre de la tache; une certaine force aspiratrice doit même y être engendrée par la montée des gaz qui sortent des orifices. Pour bien apprécier les observations de M. Lockyer, il faudrait connaître tous les détails de ses observations; mais ces phénomènes ne peuvent apporter une difficulté sérieuse à ma théorie, car (il est bon de le répéter) je ne considère pas les taches comme constituant les éruptions, mais comme formées par les produits de ces éruptions. Les taches ayant deux périodes, l'une de formation, l'autre de dissolution, et bien souvent une troisième période de renouvellement, il sera facile de vérifier dans leurs détails les phénomènes observés par M. Lockyer.

» Quant aux causes déterminantes des éruptions, j'avoue avec M. Faye qu'il règne encore sur ce point une grande obscurité: mais nous ne savons pas non plus quelle peut être (en dehors des éruptions) la cause déterminante des tourbillons; même pour ceux-ci, il faut bien trouver, outre la rotation solaire, une cause perturbatrice que M. Faye n'indique pas.

» Tels sont les développements principaux que j'ai cru devoir donner, comme complément à ma dernière Communication. Je ne me fais pas l'illusion de croire que j'arriverai à obtenir l'assentiment unanime des astronomes, mais j'aurai tout au moins exposé un peu plus complétement mes idées.

» J'ajouterai seulement que, depuis ma dernière Communication, j'ai observé déjà quatre autres cas d'éruptions métalliques, suivies de taches, et que le nombre des observations de ce genre excède déjà une centaine. Une théorie quelconque devra mettre tous ces phénomènes d'accord : je crois que celle que j'ai émise satisfait assez bien à l'ensemble des faits connus. Nous la rejetterons si elle ne s'accorde pas avec les observations que l'on fera dans l'avenir. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section de Physique, la place laissée vacante par le décès de M. *Duhamel*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 60,

M. Berthelot obtient	33 suffrages.
M. Desains.	23 »
M. Le Roux.	4 »

M. Berthelot, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Trémont pour 1872.

MM. Dumas, Élie de Beaumont, Morin, Phillips, Milne Edwards réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Boussingault, Bertrand, Tresca, de Quatrefages, Chevreul.

RAPPORTS.

MÉCANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Kretz, *ayant pour titre : « De l'élasticité dans les machines en mouvement. »*

(Commissaires : MM. Bonnet, Yvon Villarceau et Phillips, rapporteur.)

« Le Mémoire dont nous avons à rendre compte à l'Académie est particulièrement consacré à l'étude de l'influence exercée par l'élasticité des courroies sans fin : d'une part, sur les rapports des vitesses angulaires des arbres tournants, et, d'autre part, sur leurs actions mutuelles. Ces recherches sont basées sur les lois relatives à l'élasticité et à la résistance des courroies, telles qu'elles résultent d'expériences faites par M. Kretz lui-même, il y a environ douze ans (*).

» Il résulte de ces expériences que, quand une courroie a été préalablement *fatiguée*, c'est-à-dire chargée et déchargée alternativement un très-grand nombre de fois, ou bien qu'elle a été maintenue pendant plusieurs jours à une certaine tension T et qu'elle est ensuite soumise à des charges inférieures à T, ses allongements proportionnels varient sensiblement dans le même rapport que ces charges. Les observations de l'auteur l'ont conduit à admettre le nombre de 0,07 comme représentant, en moyenne, cet allongement proportionnel correspondant à un effort de 1 kilogramme par millimètre carré de la section transversale de la courroie.

» M. Kretz s'appuie aussi, dans son travail, sur la formule connue qui lie les tensions des deux brins d'une courroie au moment où elle est sur le point de glisser sur la poulie, formule dont l'idée première appartient à Bélidor et qui a été mise sous sa forme habituelle par Navier (**). La loi qu'elle représente a été l'objet de vérifications expérimentales précises de la part du général Morin (***), qui en a conclu les coefficients de frottement des courroies sur des poulies en fonte et sur des tambours en bois. Cette formule est

$$T = T_1 e^{f\varepsilon}, \qquad (1)$$

(*) *Introduction à la Mécanique industrielle*, par Poncelet, publiée et annotée par M. Kretz; 1870.

(**) *Architecture hydraulique de Bélidor*, annotée par Navier; 1819.

(***) Expériences faites par M. Morin, à Metz, en 1834, sur le frottement des axes de rotation, ainsi que sur la variation de tension et le frottement des courroies sans fin.

où T est la tension du brin conducteur, T_1 celle du brin conduit, e la base des logarithmes népériens, f le coefficient de frottement, et θ l'angle exprimé par le rapport de l'arc sous-tendu par la courroie au rayon. On sait, de plus, que, si la tension T est plus petite que $T_1 e^{f\theta}$, il n'y a pas glissement.

» Dans les applications, pour qu'il n'y ait glissement d'ensemble sur aucune des deux poulies, on fait en sorte que T soit un peu inférieur à la valeur du second membre de cette équation, correspondant au plus petit des deux angles θ.

» Enfin M. Kretz a admis, dans son Mémoire, la loi suivante de répartition des tensions le long de l'arc de chaque poulie embrassé par la courroie :

» Sur chaque poulie, et en raison des allongements de la courroie, il y a glissement à partir du point où s'effectue le déroulement et sur un angle θ' exprimé par le rapport de l'arc sous-tendu au rayon, résultant de l'équation

(2) $$T = T_1 e^{f\theta'},$$

où T et T_1 sont les tensions respectives du brin menant et du brin mené. A partir de l'extrémité de cet arc jusqu'au point où s'effectue l'enroulement, il n'y a pas de glissement, et la tension y est constante et égale à celle du brin qui aboutit à ce dernier point; de sorte qu'elle est égale à T pour la poulie motrice, et à T_1 pour la poulie menée. Sur la poulie motrice, le glissement, dans l'étendue de l'arc de glissement, a lieu en sens inverse de son mouvement de rotation, et, sur la poulie menée, ce glissement s'effectue dans le sens même de son mouvement de rotation. Enfin la tension en un point quelconque de l'arc de glissement est liée à la tension du brin qui se déroule de la poulie par la formule de forme exponentielle connue.

» Quoique cette loi semblât, pour diverses raisons, plausible *à priori*, votre Commission a cru devoir demander à l'auteur de la démontrer. C'est ce qu'il a fait, en admettant que la tension, en un point quelconque de l'arc embrassé, devait être comprise entre les tensions T et T_1 des deux brins, ce que l'on peut regarder, ainsi que le fait M. Kretz, comme une conséquence de la loi de Navier ou, peut-être plus simplement, comme résultant, pour chaque poulie, du sens des actions tangentielles qu'elle exerce sur la partie correspondante de la courroie. Ajoutons que, par surcroît et à notre demande, M. Kretz a fait disposer un appareil qui met la loi en évidence. Il se compose d'une poulie qu'on peut rendre à volonté menante ou menée, et sur la jante de laquelle passe une bande de caoutchouc vulcanisé, aux

extrémités de laquelle on peut suspendre des poids. Sur cette bande de caoutchouc, substance choisie à cause de son extensibilité, et sur la jante de la poulie, étaient tracées des divisions toutes également espacées. On a pu ainsi constater d'une manière nette l'absence de glissement sur un certain arc à partir du point d'enroulement et l'existence de l'arc de glissement, qui se termine au point où s'effectue le déroulement.

» Il nous a paru utile d'entrer dans les détails qui précèdent afin de bien préciser les principes qui servent de base au Mémoire de M. Kretz.

» Voici maintenant comment l'auteur énonce le problème général qu'il s'est proposé de résoudre :

« Une série d'arbres qui se transmettent le mouvement de l'un à l'autre, à l'aide de roues d'engrenages, de poulies et de courroies, sont sollicités par des forces extérieures supposées connues : trouver les vitesses angulaires des diverses roues et les tensions des organes de transmission, en tenant compte de l'élasticité des courroies, de la torsion des arbres, de la flexion des bras. »

» Nous observerons tout de suite qu'au sujet de l'influence exercée par la torsion des arbres et par la flexion des bras l'auteur ne présente que quelques aperçus généraux qui ne sont suivis d'aucun développement. La question, traitée à ce point de vue, présenterait des difficultés considérables, en raison des forces moléculaires qu'il serait nécessaire de faire intervenir. Nous croyons donc devoir nous borner, dans notre Rapport, à l'étude de l'influence exercée par l'élasticité des courroies.

» Nous pensons aussi devoir rappeler, à cette occasion, que les premières recherches pour déterminer les actions mutuelles de corps tournants communiquant entre eux au moyen d'engrenages sont dues à Coriolis (*), qui a traité le cas simple de deux arbres, mais en indiquant comment la méthode pourrait s'appliquer à un nombre quelconque d'arbres et qui a introduit la notion simple des masses fictives et des forces fictives au moyen de laquelle la considération de ce mouvement se ramène à celle plus simple du mouvement recti ligne. Ces développements ont été donnés ensuite par M. Bélanger dans son Cours de l'École des Ponts et Chaussées.

» M. Kretz traite d'abord, dans son Mémoire, le cas du mouvement régulier. Il appelle ainsi celui dans lequel tous les points ont un mouvement uniforme, et où, en même temps, les tensions de toutes les pièces restent

(*) *Traité de la Mécanique des corps solides et du calcul de l'effet des machines*, par Coriolis; 1844.

constantes, et il examine spécialement le cas de deux poulies communiquant ensemble au moyen d'une courroie sans fin.

» Il observe qu'alors le mouvement de la courroie a tous les caractères d'un mouvement permanent, de sorte que la longueur primitive ou naturelle de la portion de courroie, qui traverse dans un temps déterminé quelconque une section transversale, est la même quelle que soit cette section. Se fondant sur ce qu'il n'y a pas glissement au point où s'effectue l'enroulement, et sur ce que la tension du brin conducteur est supérieure à celle du brin conduit, il en conclut immédiatement que, en vertu des allongements de la courroie, celle-ci glisse sur la poulie motrice en sens inverse de son mouvement et sur la poulie menée dans le sens même de la rotation de celle-ci.

» S'appuyant encore sur l'absence de glissement au point où commence l'enroulement, l'auteur en conclut que le rapport de la vitesse angulaire de la poulie conduite à celle de la poulie conductrice est égal au rapport inverse des rayons multiplié par un certain facteur, auquel il donne le nom de coefficient de ralentissement et qui est égal à $\frac{1+\alpha T_1}{1+\alpha T}$, T et T_1 étant les tensions respectives du brin menant et du brin mené, et α le coefficient d'allongement de la courroie, c'est-à-dire son allongement proportionnel sous un effort de 1 kilogramme par millimètre carré, qu'il estime égal en moyenne à 0,07 d'après ses expériences. Il cherche ensuite entre quelles limites peut varier ce coefficient de ralentissement. Son maximum est l'unité, répondant au cas où l'on aurait $T = T_1$. Son minimum a lieu pour la plus grande valeur de T à laquelle correspond la plus petite valeur de T_1. Il conclut aisément de là que, dans le cas habituel où les brins ne sont pas croisés et en admettant comme limite supérieure de l'effort à faire subir aux courroies $\frac{1}{2}$ kilogramme par millimètre carré, la valeur minima du coefficient de ralentissement est 0,98. Enfin il détermine la valeur moyenne de ce coefficient dans la pratique, en supposant que, pour éviter le glissement, on fasse $T = 0,9\, T_1 e^{f\beta}$, β étant l'angle exprimé par le rapport de l'arc sous-tendu par la courroie sur la plus petite poulie au rayon. Il trouve ainsi que la valeur moyenne de ce coefficient de ralentissement est égale à 0,985.

» On voit par là qu'en établissant les courroies de transmission d'après les règles généralement suivies il se produit un ralentissement, pour la poulie menée, d'environ $1\frac{1}{2}$ tour pour 100. Cet effet peut n'avoir qu'une importance secondaire dans les transmissions simples; mais, lorsqu'on est

obligé de recourir à un grand nombre de transmissions intermédiaires, il peut y avoir des différences très-notables entre les vitesses réelles et celles sur lesquelles on comptait. En effet, pour une suite de transmissions, le coefficient de ralentissement est égal aux puissances successives de 0,985, en sorte que les diminutions des vitesses répondent :

Pour 1	seul renvoi,	à environ	....	1,5 tours pour 100.
» 2	»	»	....	3,0 »
» 3	»	»	....	4,43 »
» 4	»	»	....	5,90 »
» 6	»	»	....	8,70 »
» 8	»	»	....	11,46 »

» M. Kretz a fait un grand nombre d'expériences pour vérifier ces résultats. Il a trouvé en général des ralentissements supérieurs à ceux qui viennent d'être indiqués (environ 2 tours pour 100), ce qui s'explique par cette circonstance que la plupart des courroies employées dans ses expériences étaient d'installation toute récente, auquel cas la valeur de α peut s'élever jusqu'au triple de la valeur adoptée ci-dessus, et la valeur correspondante du coefficient de ralentissement devient 0,973.

» L'auteur a aussi vérifié la formule en faisant varier les tensions d'une même courroie. Il s'est servi, à cet effet, d'une bande de caoutchouc vulcanisé, substance très-extensible, qui permet d'avoir des ralentissements considérables. Cette bande passait sur deux poulies parfaitement égales; un frein placé sur l'un des arbres permettait de faire varier la résistance. Il a pu constater ainsi que les faits étaient en parfaite concordance avec la formule.

» L'étude du mouvement régulier est suivie, dans le Mémoire, de celle du cas général du mouvement varié, et elle débute par l'établissement de plusieurs théorèmes préliminaires.

» En premier lieu, et en se fondant sur la loi de répartition indiquée plus haut, des tensions dans toute l'étendue de l'arc de chaque poulie embrassé par la courroie, M. Kretz obtient la relation exacte qui lie les tensions des deux brins pendant le mouvement avec la tension initiale de la courroie résultant de l'écartement des axes. Il y arrive en exprimant que la longueur primitive de la courroie, à un instant quelconque du mouvement, est la même que celle qui correspond à la tension initiale.

» Cette relation, qui est d'une forme assez compliquée, paraissant à l'auteur du Mémoire l'être trop pour pouvoir servir dans les applications, il s'occupe alors de la remplacer par une relation approchée qui soit d'une

forme plus simple et suffisamment exacte. Il y arrive au moyen de deux hypothèses, qui répondent, il est vrai, à un état fictif, mais qui, en réalité, doivent conduire, le plus souvent, à des résultats peu éloignés de la vérité. La première consiste à admettre que la courroie peut être partagée en deux parties : l'une, tout entière, à la tension T du brin conducteur, et l'autre à la tension T_1 du brin conduit; les extrémités de ces deux parties seraient sensiblement aux milieux des arcs de glissement des deux poulies. La seconde hypothèse consiste à supposer que, pendant la période de mouvement que l'on a à considérer, le coefficient de ralentissement puisse être regardé comme sensiblement constant.

» Dans ces nouvelles conditions, M. Kretz arrive à la relation approchée suivante entre les tensions des deux brins pendant le mouvement :

$$(3) \qquad T_1 + KT = \theta(K + 1),$$

où θ est la tension initiale de la courroie, et K le coefficient de ralentissement. Il fait voir d'ailleurs que l'erreur que l'on pourrait commettre sur l'une ou l'autre des deux tensions T et T_1, en attribuant à K une valeur constante, est toujours inférieure à $0,02\theta$.

» Lorsque l'on suppose $K = 1$, la formule (3) devient

$$T + T_1 = 2\theta,$$

qui est l'expression analytique d'un théorème dû au général Poncelet (*), théorème qui a été l'objet, de la part du général Morin (**), d'expériences qui montrent qu'il est toujours très-approximativement vérifié.

» M. Kretz propose de faire $K = 1$, lorsque la courroie transmet un travail très-faible, lequel correspond, à cause de la minime différence entre les tensions des deux brins, à une valeur du coefficient de ralentissement égale sensiblement à l'unité. Lorsque, au contraire, la courroie travaille normalement et transmet le travail pour lequel sa section a été calculée, il sera préférable de donner à K sa valeur moyenne, soit 0,985.

» Un second théorème détermine les longueurs primitives des deux brins, dans lesquels on a partagé la courroie. Un fait remarquable consiste en ce que ces longueurs primitives sont constantes, quelles que soient les deux tensions, pourvu, bien entendu, que le coefficient de ralentissement puisse être regardé comme constant.

(*) *Cours de Mécanique appliquée aux machines*, section III, n° 66.

(**) Expériences faites à Metz en 1834.

» Enfin un troisième théorème donne la relation qui existe entre les vitesses angulaires des deux arbres, pendant le mouvement varié et en tenant compte de la variation des tensions.

» L'auteur étudie ensuite le mouvement de deux arbres communiquant ensemble par une courroie sans fin, lequel dépend de trois équations. Les deux premières résultent de l'application de l'équation des moments à chaque poulie, et la troisième est la relation ci-dessus établie entre les vitesses angulaires des deux arbres, pendant le mouvement varié. Elles contiennent trois inconnues qui sont les deux vitesses angulaires et la tension du brin conducteur, celle du brin conduit étant éliminée au moyen de la formule (3). A l'aide d'une transformation imitée de Coriolis et par l'introduction de masses fictives et d'une tension fictive, ces équations sont ensuite changées en trois autres, par lesquelles la considération du mouvement est ramenée à celle plus simple du mouvement rectiligne de deux masses reliées par une tige élastique de longueur primitive constante, et sollicitées, suivant la direction de cette tige, par deux forces données. Les trois équations dont il s'agit sont trois équations différentielles simultanées du premier ordre.

» L'auteur examine ensuite deux cas particuliers pour lesquels il effectue les intégrations et donne la solution complète.

» Le premier est celui de deux arbres sollicités par des forces extérieures constantes. Dans ce cas, l'élimination conduit, pour la détermination de la tension, à une équation différentielle linéaire du second ordre à coefficients constants. En résumé, l'auteur obtient, pour une époque quelconque, la valeur de la tension ainsi que celles des vitesses angulaires des deux arbres. On remarque que la valeur de la tension se compose d'une première partie qui est constante et d'une seconde partie qui est périodique, et dont la période est égale à $\frac{2\pi}{\sqrt{N}}$, N étant une constante dont la valeur dépend des masses des deux arbres, de la longueur primitive du brin menant et enfin du coefficient d'allongement de la courroie. Quant aux vitesses angulaires, elles se composent : d'une partie constante, d'une deuxième partie, positive ou négative et proportionnelle au temps écoulé depuis l'instant initial, et, enfin, d'une partie périodique, dont la durée de la période est la même que celle indiquée ci-dessus pour la tension.

» En discutant ces formules, M. Kretz en déduit plusieurs conséquences intéressantes. C'est ainsi, par exemple, qu'il fait voir que si, lorsque la marche normale a été établie, l'une ou l'autre des deux forces, mouvante

ou résistante, vient à subir une certaine variation, il y a avantage, sous tous les rapports, à augmenter la masse fictive de l'arbre qui reçoit immédiatement l'action de la force variable. Il montre encore que si, après que la marche normale a été établie, ces deux forces viennent à varier en même temps et reçoivent, par exemple, toutes deux des augmentations qui persistent, pendant un temps assez long, le premier effet de cette modification sera un ralentissement de l'arbre mené et une accélération de l'arbre moteur, quelles que soient du reste les valeurs relatives de ces augmentations.

» L'auteur calcule aussi la tension maxima. A ce sujet, il observe que si, ainsi que cela arrive fréquemment dans les machines, les perturbations sont d'une durée très-petite, on pourra, par un choix convenable des masses, restreindre l'étendue des variations des tensions et empêcher celles-ci d'atteindre leur valeur maxima. On peut en effet par là donner une valeur convenable à N, de manière à augmenter à volonté la durée de la période et la rendre assez longue pour que, au moment où la perturbation cesse, la tension ne soit pas encore arrivée à sa plus grande valeur et diffère aussi peu que l'on voudra de sa valeur moyenne.

» Le second cas particulier examiné par M. Kretz est celui où, les forces extérieures étant constantes, le mouvement de l'arbre moteur est uniforme. On n'a plus dans ce cas que deux inconnues qui sont la tension et la vitesse angulaire de l'arbre mené. La valeur de la tension a encore la même forme que dans le cas précédent. Quant à la vitesse angulaire, elle se compose de deux parties dont l'une est constante et dont l'autre est périodique, la durée de la période étant la même que pour la tension.

» M. Kretz a ensuite généralisé et étendu la méthode qu'il avait donnée pour le cas de deux arbres reliés par une courroie sans fin au cas général d'un nombre quelconque d'arbres communiquant les uns avec les autres au moyen de courroies sans fin. Après avoir établi toutes les équations qui résolvent cette question, il a encore montré comment ces équations peuvent être changées en d'autres au moyen desquelles l'étude du mouvement du système proposé est ramenée à celle plus simple du mouvement d'un autre système composé de masses déterminées, concentrées en divers points d'une droite, réunies par des tiges élastiques de longueur et d'élasticité connues, et sollicitées, suivant la direction de cette droite, par des forces extérieures données.

» En résumé, l'auteur est parvenu, dans une question présentant de grandes difficultés, à des résultats exacts dans les limites auxquelles il était

permis de prétendre, et susceptibles, dans de nombreuses circonstances, d'applications utiles. En conséquence, votre Commission est d'avis que le Mémoire de M. Kretz est très-digne de l'approbation de l'Académie, et elle a l'honneur de vous proposer d'en ordonner l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Note sur la géographie botanique du Maroc;* par M. E. Cosson.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« De toutes les contrées du bassin méditerranéen, la moins connue et la moins accessible, si ce n'est pour quelques points du littoral, est sans contredit le Maroc. Pour établir le catalogue des plantes observées dans cette contrée d'un accès si difficile, j'ai dû d'abord faire le dépouillement des espèces énumérées dans les ouvrages; leur nombre ne dépassait guère 500. L'étude attentive de toutes les plantes recueillies jusqu'en 1870 par les voyageurs (*) à Tanger, Tétuan, Mogador, etc.; dans les montagnes au sud de Tétuan et au sud de la ville de Mogador, et sur les hauts plateaux limitrophes de l'Algérie, m'a permis d'en porter le nombre à 1499. Ce chiffre est évidemment loin du total de la végétation, qui doit dépasser 3600; mais les données acquises sont cependant suffisantes pour fournir des notions exactes sur les éléments constitutifs de la flore, et ce sont ces données que je résumerai dans le tableau synoptique ci-contre et dans les observations qui en seront le complément.

» Le nombre total des espèces et des principales variétés observées au Maroc est de 1499. Sur ce nombre, 1477 ont pu être comprises dans le tableau, bien qu'il n'indique que les affinités géographiques du Maroc avec l'Europe, les diverses contrées du bassin méditerranéen et l'Orient; 22 seulement, en raison de l'aire de leur distribution, n'ont pu y être portées; sur ces 22, 13 sont propres aux Canaries ou à Madère, ou communes à l'Espagne, aux Canaries et aux Açores; les 9 autres ont une aire très-vaste et se rattachent à la végétation tropicale ou intertropicale. Il est à peine besoin de dire que, en raison des limites dans lesquelles le tableau a dû

(*) Schousboe, Broussonnet, Durand, Salzmann, Webb, Gondot, Reuter, MM. Boissier, Lowe, I. Blanche, P. Marès, J. Ball, E. Cosson, Warion, Lagrange, Balansa, Seignette.

Tableau de la distribution des plantes observées au Maroc et de leurs principales affinités de géographie botanique (*).

FAMILLES.	Eur.	Méd.	Méd. occ.	Esp. et Port.	It.	Méd. or.	Or.	Or. occ.	Atl.	Atl. et Or.	Esp. et Or.	Atl. et Esp.	Spéc.	Totaux.
Renonculacées...............	5	12	5	»	»	2	»	»	»	»	»	1	1	26
Papavéracées-Fumariacées	4	3	1	1	»	1	»	»	1	»	»	1	»	12
Crucifères..................	13	17	6	3	»	1	»	»	7	9	»	6	4	66
Capparidées-Frankéniacées....	2	18	9	7	»	»	1	»	4	4	»	8	6	59
Caryophyllées...............	11	10	4	4	»	»	»	»	1	1	»	9	2	42
Linées-Hypéricinées..........	5	12	5	3	»	»	»	»	1	»	1	2	»	29
Géraniacées-Térébinthacées...	5	17	6	1	»	»	»	»	2	3	»	2	3	39
Légumineuses................	16	79	35	15	1	»	1	»	16	3	1	9	16	192
Rosacées-Portulacées.........	17	10	4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	31
Paronychiées-Saxifragées.....	4	16	3	1	»	1	»	»	3	1	3	3	3	38
Ombellifères................	10	17	14	9	»	»	»	»	7	1	»	4	8	70
Araliacées-Dipsacées.........	10	13	10	2	»	»	»	»	6	1	»	1	1	44
Composées : Corymbifères.....	9	26	8	2	»	»	»	1	6	7	1	4	7	71
» Carduacées......	2	13	12	5	»	»	»	»	5	6	»	6	2	51
» Chicoracées......	6	28	7	4	»	»	»	»	5	3	»	4	5	62
Campanulacées-Convolvulacées	15	25	12	3	»	»	»	»	3	»	»	1	2	61
Borraginées.................	5	11	6	1	»	»	»	»	1	7	»	3	»	34
Solanées....................	4	4	1	»	»	»	»	»	»	»	»	2	»	11
Scrofularinées-Verbénacées. ..	8	15	5	5	»	»	»	»	9	1	1	8	10	62
Labiées.....................	12	14	12	8	»	»	»	»	10	»	»	6	13	75
Globulariées-Plantaginées.....	2	15	3	»	»	»	»	»	1	»	»	1	2	26
Salsolacées-Santalacées.......	17	21	3	2	»	»	»	»	4	4	1	1	1	54
Euphorbiacées-Urticées.......	6	14	5	2	»	»	»	»	1	2	»	1	2	33
Cupulifères-Conifères.........	3	6	2	1	»	»	»	»	1	3	»	3	»	19
Alismacées-Asparaginées......	8	21	8	4	»	»	»	»	2	3	»	»	1	47
Smilacinées-Joncées..........	24	29	8	4	»	»	»	»	3	»	»	»	3	71
Cypéracées..................	11	12	1	»	»	»	»	»	»	2	»	»	1	27
Graminées...................	28	48	11	3	»	»	»	»	1	9	»	1	1	102
Équisétacées-Characées.......	10	11	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	23
Totaux...........	272	537	208	90	1	5	2	1	100	72	8	87	94	1477

(*) Dans ce tableau, les affinités géographiques des plantes du Maroc sont exprimées en tête des colonnes de la manière suivante :

Eur. (Europe). Plantes se retrouvant dans une grande partie de l'Europe, que leur aire soit restreinte à l'Europe ou qu'elle s'étende dans d'autres parties du monde. — Méd. (Région méditerranéenne). Plantes communes à la plupart des contrées du bassin méditerranéen. — Méd. occ. (Région méditerranéenne occidentale). Plantes appartenant à la partie occidentale du bassin méditerranéen. — Esp. et Port. (Espagne et Portugal). Plantes propres à la Péninsule ibérique. — It. (Italie). Plantes qui n'ont encore été observées qu'en Italie, en comprenant sous cette dénomination non-seulement l'Italie proprement dite, mais encore la Sicile, Malte, la Corse et la Sardaigne. — Méd. or. (Région méditerranéenne orientale).

être circonscrit, il ne peut comprendre toutes les contrées où se rencontrent les espèces à dispersion très-large ou cosmopolite. — Si l'on prend le chiffre 100 comme élément de comparaison, on a : *Eur.* 18,13; *Méd.* 35,80; *Méd. occ.* 13,86; *Esp.* et *Port.* 6; *It.* 0,06; *Méd. or.* 0,33; *Or.* 0,13; *Alg.* 6,66; *Or. dés.* 0,06; *Alg.* et *Or.* 4,80; *Esp.* et *Or.* 0,53; *Alg.* et *Esp.* 5,80; *Spéc.* 6,26; plantes non comprises dans le tableau, 1,53. Les affinités du Maroc avec la végétation de l'Europe et celle du bassin méditerranéen sont rendues plus évidentes encore par les sommes suivantes : si l'on fait la somme des espèces appartenant aux diverses parties du bassin méditerranéen, on voit qu'elle s'élève au chiffre de 928, et, en y ajoutant les 272 espèces de l'Europe, on arrive au total de 1200, tandis que les autres éléments de la végétation ne sont représentés que par 299. Les étroites affinités du Maroc avec l'Algérie sont démontrées par le nombre des espèces algériennes qui s'y rencontrent (100), par celui des espèces communes à l'Algérie et à l'Orient (72), par celui des espèces communes à l'Algérie et à l'Espagne (87), et par le nombre des espèces européennes et méditerranéennes qui forment les $\frac{4}{5}$ de la végétation dans les deux pays.

» Le nombre des espèces propres à la partie occidentale du bassin méditerranéen est de 208, chiffre considérable si on le compare à celui offert par la province de Constantine, où, pour un nombre presque égal d'espèces, il n'est que de 124. Si l'on ajoute au chiffre de 208 celui des espèces propres à l'Espagne et au Portugal (90), celui des espèces croissant en Espagne et en Algérie (87) et celui des espèces croissant en Espagne et en Orient (8), on arrive au nombre considérable de 393 : la même somme, pour la province de Constantine, ne serait que de 248. Je dois faire remarquer que le nombre des espèces occidentales est surtout considérable à Tanger, qui, par l'humidité relative de son climat, se rapproche beaucoup de la partie méridionale du Portugal et de la partie austro-occidentale de l'Espagne.

Plantes qui n'ont encore été observées que dans la partie orientale du bassin méditerranéen. — Or. (Orient). Plantes se trouvant en Asie, excepté celles qui doivent être rattachées au groupe suivant. — Or. dés. (Région désertique de l'Orient). Plantes se trouvant dans les déserts de l'Égypte, de l'Arabie, de la Palestine, de la Perse méridionale ou de l'Inde. — Alg. (Algérie). Plantes croissant en Algérie ou en Tunisie. — Alg. et Or. (Algérie et Orient). Plantes existant à la fois en Algérie ou en Tunisie et en Orient, sans avoir été observées sur des points intermédiaires. — Esp. et Or. (Espagne et Orient). Plantes existant à la fois en Espagne et en Orient, sans avoir été observées sur des points intermédiaires. — Alg. et Esp. (Algérie et Espagne). Plantes existant à la fois en Algérie et en Espagne. — Spéc. (Plantes spéciales). Plantes qui n'ont encore été observées qu'au Maroc.

Le petit nombre des espèces de l'Italie (1) et de la partie orientale du bassin méditerranéen (5) est un fait important à noter. Sur les 1432 espèces que j'ai mentionnées dans la province de Constantine, de Philippeville à Biskra (*), le nombre des espèces italiennes était de 37 et celui des espèces de la partie orientale du bassin méditerranéen de 25. Le nombre des espèces orientales (2) et celui des espèces de l'Orient désertique (1) ainsi que celui des espèces communes à l'Algérie et à l'Orient (72) seraient certainement plus considérables si la région des Hauts-Plateaux du Maroc était moins imparfaitement explorée et si la région saharienne n'était encore complètement inconnue (**).

» La présence, aux environs de Mogador, d'un certain nombre de plantes se retrouvant aux Canaries et à Madère, ou se rapprochant des types canariens, démontre d'une manière évidente qu'il existe des affinités entre la flore de la partie méridionale de la côte atlantique du Maroc et celle des îles Canaries, et il est plus que probable que le nombre des espèces communes au continent et à ces îles serait plus grand, si le pays au sud de Mogador, et surtout d'Aguadir, eût été exploré par les botanistes. La végétation des Canaries ne constituerait donc pas un type aussi à part que l'on pouvait le croire avant les explorations récentes; en effet, la flore canarienne se relie assez à celle du continent pour qu'elle ne puisse être considérée comme représentant soit les vestiges d'un continent actuellement réduit au groupe des îles Canaries, soit une flore appartenant à une autre époque géologique que celle du continent lui-même.

» En résumé : 1° Le Maroc offre d'étroites affinités avec la flore de l'Europe et celle du bassin méditerranéen, particulièrement avec les contrées de la partie occidentale de ce bassin, et spécialement le midi du Portugal et le sud-ouest de l'Espagne. 2° Les affinités sont encore plus grandes avec l'Algérie, comme pouvait le faire pressentir la position géographique des deux pays. 3° La rareté, au Maroc, des espèces propres à l'Italie et aux contrées de la partie orientale du bassin méditerranéen, est une preuve que, dans ce pays comme en Algérie, les affinités se produisent dans la région

(*) E. Cosson, *Rapport sur un voyage botanique en Algérie, de Philippeville à Biskra* (*Annales des Sciences naturelles*, 4e série, t. IV).

(**) Postérieurement à la rédaction de cette Note, j'ai reçu par l'intermédiaire de M. Beaumier, Consul de France à Mogador, une intéressante collection de plantes recueillies, par un indigène, à Akka, situé au sud de la grande chaîne méridionale de l'Atlas, en pleine région saharienne.



littorale méditerranéenne, surtout selon la longitude avec les parties les plus rapprochées du continent ou des îles de l'Europe, fait qui paraît démontrer que la Méditerranée n'a occupé toute son étendue actuelle que postérieurement à la distribution des êtres telle qu'elle existe à notre époque. Une preuve non moins évidente de la prédominance, dans la région méditerranéenne littorale, des affinités selon la longitude est le nombre des espèces portugaises et espagnoles (83) croissant au Maroc, et qui n'ont pas été rencontrées en Algérie. 4° La partie méridionale atlantique du Maroc présente un certain nombre d'espèces canariennes ou à type canarien. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉODÉSIE. — *Influence sur les résultats des opérations géodésiques, de la substitution des arcs de plus courte distance aux sections planes de l'ellipsoïde; expression de la correction qui doit être faite à toutes les valeurs des mesures d'angles;* Mémoire de M. **H. Levret**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Villarceau, Serret, d'Abbadie.)

« Dans un triangle géodésique tracé à la surface d'un ellipsoïde, les côtés étant des lignes de plus courte distance, les angles devraient être ceux que ces lignes font entre elles; mais, dans la pratique, on substitue à ces derniers les angles des plans verticaux élevés au lieu d'observation, et passant par les points visés. Ainsi les angles sont formés par des sections planes, tandis que les côtés ont le caractère de lignes à double courbure.

» En outre, si l'on considère deux points conjugués, je remarque que (sauf dans le cas où ils se trouveraient, soit sur le même méridien, soit sur le même parallèle) le plan vertical en A et passant par B ne se confond pas avec le plan vertical en B et passant par A. D'où il résulte non-seulement que les trois angles employés n'appartiennent pas au triangle géodésique, mais encore qu'ils appartiennent à trois triangles différents. Je vais rechercher quelle est l'influence de cette substitution.

» Afin de simplifier les développements qui suivent, je nommerai *azimut géodésique* l'azimut vrai, et *azimut géométrique* celui que dans les mesures d'angles on lui substitue, c'est-à-dire l'angle compris entre le plan dans lequel on observe et le plan méridien du lieu d'observation.

» Je remarque de suite que, dans un triangle ABC, la correction cher-

chée pour l'angle mesuré en A sera égale à la somme algébrique des différences entre les azimuts géodésiques et géométriques des côtés. La question se réduit donc à chercher, pour deux points A et B situés sur la surface de la Terre, l'expression de la différence entre les azimuts géodésiques et géométriques de B sur l'horizon de A.

» Soient A et B les extrémités d'un arc géodésique AB, situé dans l'hémisphère nord, B étant au nord et à l'ouest de A. Soit P le pôle; PA et PB les méridiens de A et de B; AN et BN' les grandes normales de A et de B. Désignons le rayon de l'équateur par a; le carré de l'excentricité par e^2; la longueur de l'arc AB par K; la latitude et la longitude de A par L' et M'; l'azimut géodésique en A de l'arc AB par z. Enfin, joignons N et B par la droite NB.

» Ces conventions établies, dans le trièdre qui a son sommet en N, et pour arêtes les trois droites NA, NB, NP, on a

Dièdre suivant l'arête $NP = M' - M$,
Dièdre suivant l'arête NA que je désigne par A;

$$\text{Angle } PNA = 90^\circ - L,$$
$$\text{Angle } PNB = 90^\circ - L' - \alpha$$

(α représente le petit angle NBN').

» Alors la relation connue entre deux angles et deux côtés d'un trièdre, ou d'un triangle sphérique qui lui correspond, donne

$$(1) \qquad \cot A = \frac{\sin(L'-\alpha)\cos L - \cos(L'-\alpha)\sin L\cos(M'-M)}{\cos(L'-\alpha)\sin(M'-M)}.$$

» Observons maintenant que la valeur finale de cot A, ordonnée suivant les puissances croissantes de K, sera de la forme

$$\cot A = P + QK + RK^2.$$

» Le premier terme de ce développement sera égal à $-\cot z$; car si B, restant toujours sur l'arc géodésique AB, se rapproche de plus en plus de A et finit par se confondre avec ce point, alors $K = 0$ et les angles A et z deviennent supplémentaires.

» Le second terme de la valeur de cot A ne saurait disparaître; car, s'il en était ainsi, il en résulterait que la ligne géodésique et la section plane seraient tangentes entre elles, et cela quelle que soit la valeur de K; il faudrait donc que le plan normal à la Terre en A, et qui passe par B, contînt tous les points de l'arc géodésique, ligne à double courbure, ce qui ne se peut.

» Quant aux termes RK^2 et à ceux qui les suivent, ils seraient très-faibles : je les négligerai.

» Ces considérations générales étant établies, si l'on substitue dans la valeur de cotA les valeurs connues de L' — L et M' — M, on obtient, en omettant comme très-petits les termes en e^4, e^6,...,

$$\cot A = -\cot z - \frac{Ke^2 \sin 2L \cos^2 z}{2a \sin z},$$

et, par suite, à très-peu près,

$$A + z = 200^{gr} + \frac{Ke^2 \sin 2L \sin 2z \cos z}{4a \sin 1''};$$

d'où il résulte que, dans l'hypothèse faite sur les positions des points A et B, l'angle qui aurait été observé en A entre deux points B et C, ce dernier se trouvant au nord de A et à l'est du méridien de ce point, devrait être diminué de la quantité

$$\frac{e^2 \sin 2L}{4a} (K \sin 2z \cos z + K' \sin 2z' \cos z'),$$

K' représentant la longueur AC, et z' l'azimut en A de l'arc AC.

» On déduit aussi de l'expression de $A + z$ que, pour un triangle, la somme des angles observés est égale à la somme des angles géodésiques.

» Les deux applications suivantes font apprécier l'influence que peut avoir sur les résultats géodésiques la correction de l'azimut dit géométrique d'une seule direction.

» Si $K = 40\,000^m$,

$$z = 45^\circ, \quad L = 45^\circ.$$

(Correction de l'azimut : 4",73 en secondes décimales.)

» Et pour $K = 250\,000^m$, longueur exceptionnelle du côté Velez rubio Merdjajo de mon projet de liaison entre la triangulation de l'Espagne et de l'Algérie, la correction devient 28",61 en secondes décimales, soit 9",17 en secondes sexagésimales. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la simultanéité des variations barométriques dans les hautes latitudes des deux hémisphères;* Note de M. **J.-A. Broun.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, qui est composée de MM. de Tessan, Ch. Sainte-Claire Deville, Jamin.)

« Dans une Note insérée au *Compte rendu* du 15 juillet 1872, sur les variations des moyennes journalières de la pression atmosphérique près de l'équateur, je crois avoir établi l'existence d'une période de 26 jours,

avec des époques de maximum et de minimum assez voisines de celles qui avaient été précédemment observées dans la force magnétique. En considérant les variations barométriques liées à cette période, j'ai cité le Mémoire de M. Quetelet sur les ondes atmosphériques; mais je n'ai pas parlé des variations simultanées en Europe, qu'il a examinées dans ce Mémoire. J'ai pensé que les variations en Europe étaient dues à des causes différentes, que je n'avais pas le temps d'examiner alors.

» M. Quetelet explique les mouvements simultanés en Europe par l'hypothèse d'une calotte polaire atmosphérique, produite par la chute ou le déversement de l'air refroidi venant des régions équinoxiales, qui avance en masse, ou plus probablement en secteurs, vers le sud (1). A-t-on observé quelque chose dans les courants atmosphériques, qui soutienne cette hypothèse? Voici quelques faits relatifs à la marche de l'atmosphère en Écosse, aussi loin qu'il soit possible de l'observer.

» J'ai pris une année (1845) de mes observations, faites à Makerstoun (lat. 53° 34′ N.), où les directions des courants atmosphériques étaient observées d'heure en heure, et j'ai cherché les directions du courant supérieur indiquées par les cirrus; ces directions, avec celles du vent à la surface de la Terre sont indiquées dans le tableau suivant :

	Nombre de jours d'observation.	Mouvement des cirrus.	Direction résultante du vent de tous les jours du mois.
		°	°
Janvier	15	O. 20 S.	S. 29 O.
Février	13	O. 34 N.	O. 9 S.
Mars	9	N. 23 O.	O. 2 S.
Avril (2)	6	O. 11 S.	N. 7 O.
	7	E. 11 N.	
Mai	13	N. 31 O.	N. 11 E.
Juin	15	O. 12 S.	S. 44 O.
Juillet	11	O. 1 S.	O. 43 S.
Août	13	O. 23 N.	O. 29 N.
Septembre	8	O. 16 N.	O. 29 S.
Octobre	10	O. 24 S.	O. 34 S.
Novembre	13	O. 17 S.	S. 32 O.
Décembre	15	O. 41 N.	O. 16 S.

» D'après les moyennes de l'année, les cirrus viennent en Écosse de la

(1) *Climat de la Belgique*, 4e Partie, p. 80.

(2) Pendant sept jours, au milieu du mois d'avril, les cirrus venaient de l'est. La direction variait peu pendant les autres mois.

direction N.-11°-O., et le vent à la surface de la direction S.-23°-N. Les comparaisons des mouvements simultanés des différentes couches atmosphériques ont montré que les cirrus venaient d'une direction faisant un angle positif (en comptant du sud vers l'ouest) avec celle des cirrostratus; les cirrostratus, d'une direction faisant un angle positif avec celle des cumulus; les cumulus, d'une direction faisant un angle positif avec celle du vent à la surface : de sorte que la différence entre la direction des cirrus et celle du vent s'est élevée à près de 30 degrés (1). Il n'y a donc pas apparence de courants devant produire les oscillations barométriques en Écosse. M. Quetelet a bien remarqué, relativement aux courbes barométriques en Europe, qu'il est impossible de saisir une relation entre les directions du vent et la direction de l'onde atmosphérique (2). On voit que les plus hauts courants que nous puissions observer ne s'accordent pas avec l'hypothèse de la calotte atmosphérique.

» Pour ce qui concerne le courant supérieur des régions équinoxiales, je ne l'ai jamais observé, ni en Europe, ni aux Indes.

» Dans ma première Communication sur la simultanéité des variations barométriques, j'ai indiqué une variation considérable dans l'amplitude des oscillations barométriques en Écosse, pour une période de 26 jours. On sait que l'amplitude des oscillations barométriques, dans les hautes latitudes, est souvent liée à la hauteur du baromètre; s'il y a une période pour l'amplitude, il est probable que la même période doit se retrouver pour la hauteur, avec quelques différences dans les époques.

» Il est évident que, si deux côtés opposés du Soleil produisent une différence dans la pression atmosphérique, comme pour la force magnétique, on aura, dans l'action directe du Soleil, une cause des variations indépendante de la période de rotation. On connaît la liaison qui existe entre les perturbations magnétiques et les aurores polaires; il ne paraît pas improbable (l'action directe du Soleil admise) que les grandes variations dans l'état électrique de l'atmosphère, que je crois liées aux aurores, aient un effet sur la pression indiquée par le baromètre. D'autre part, les grandes aurores polaires, et probablement toutes les aurores, s'observent en même temps aux deux pôles; dès lors, s'il y a quelque liaison entre les aurores, ou les variations magnétiques, et la pression atmosphérique (comme la période de 26 jours paraît l'indiquer), on doit trouver une certaine

(1) *Trans. Roy. Soc. Edin.*, vol. XIX, pars II, p. 104.

(2) *Climat de la Belgique*, 4e partie, p. 82.

simultanéité dans l'amplitude des oscillations et dans les variations de la pression moyenne de l'atmosphère, pour les hautes latitudes des deux hémisphères.

» Afin de voir si cette idée serait vérifiée par les faits, j'ai pris deux stations où la latitude *magnétique* est à peu près la même; Makerstoun en Écosse (lat. 55°34' N) et Hobarton, île de Van Diemen (lat. 42°53' S), et j'ai examiné les moyennes journalières de la pression atmosphérique aux deux stations, pour l'année 1845, l'année pour laquelle j'ai donné les directions des courants atmosphériques en Écosse. Cet examen m'a montré que les baromètres baissaient et remontaient simultanément aux plus hautes pressions, et cela trop souvent pour que les coïncidences fussent accidentelles; mais, comme il est facile de se tromper lorsqu'on cherche des coïncidences, j'ai pensé qu'il était nécessaire de faire le calcul pour la période de 26 jours, à chaque station. Il y a 14 de ces périodes dans l'année, et quand les moyennes pour chaque jour de la période ont été prises, le calcul pour l'oscillation simple a donné les résultats suivants :

Makerstoun, $y = 0^{po},091 \sin(\theta + 286 \text{ degrés})$; et le maximum a lieu le 11,8 jour.
Hobarton, $y = 0^{po},073 \sin(\theta + 292 \text{ degrés})$; et le maximum a lieu le 11,4 jour.

» Ainsi l'amplitude moyenne de l'oscillation de 14 périodes, à Makerstoun, était 0,182 pouces (462 millimètres) et à Hobarton, 0,146 pouces (371 millimètres), *et le maximum arrivait au même jour aux deux stations* (1).

» Donc le baromètre baisse et monte en même temps en Écosse et dans l'île de Van Diemen, et ce résultat est tout à fait indépendant de la période de 26 jours; une comparaison quelconque des mouvements barométriques aux deux points donnerait la même conclusion.

» Mais l'examen des courbes qui représentent les variations de jour en jour montre qu'il y a des cas où les mouvements, dus évidemment à une même cause, sont décidément *opposés* aux deux stations, la pression la plus basse à l'une ayant lieu en même temps que la plus haute pression à l'autre station. Cela se présente plusieurs fois en 1845, et pourrait être plus fréquent dans d'autres années; dans ce cas, ce ne sont plus les positions moyennes, mais l'amplitude des oscillations, qu'il faut considérer pour déterminer l'action simultanée.

---

(1) Le calcul commence une demi-journée plus tôt à Makerstoun qu'à Hobarton, les moyennes journalières pour la première station étant les jours civils et pour la seconde les jours astronomiques de Göttingue; ainsi le maximum a lieu le 11,8 jour aux deux stations. Cette coïncidence exacte est évidemment accidentelle.

» Je crois que les mouvements près de l'équateur, que j'ai étudiés précédemment et qui sont liés à la période de 26 jours, sont dus à un autre mode d'action de la même cause. J'espère coordonner tous les faits plus tard. Je désire seulement ajouter aujourd'hui que je ne doute pas que les courants d'air n'agissent de différentes manières sur le baromètre.

» Le fait que le baromètre, chez nous et aux antipodes, baisse et monte en même temps, ne peut pas manquer de susciter beaucoup d'hypothèses et de déductions; je crois, par exemple, que, lorsque les recherches seront faites avec toutes les précautions nécessaires, on trouvera dans la période de 26 jours, pour l'aurore boréale, une preuve de l'action directe du Soleil dans sa production.

» *Remarque.* — Dans mes recherches précédentes sur la force magnétique, pour l'inégalité de 26 jours, j'ai cru apercevoir l'apparence d'une oscillation double dans la même période, de manière que des minima apparaissaient assez souvent dans certaines années vers l'époque du maximum de l'oscillation simple. Cette double oscillation paraît très-marquée dans les variations barométriques pour 1845, et, depuis que la Note précédente a été écrite, j'ai fait le calcul pour cette oscillation aux deux stations. Voici les équations qui résultent des moyennes pour l'année:

Makerstoun, $y = 0^{\text{po}},114 \sin(2\theta + 265 \text{ degrés})$; et le maximum a lieu le 6,7 jour.
Hobarton, $y = 0^{\text{po}},035 \sin(2\theta + 218 \text{ degrés})$; et le maximum a lieu le 8,3 jour.

» On remarquera que l'amplitude de cette oscillation (580 millimètres) est d'un quart plus grande que celle de l'oscillation simple à Makerstoun, tandis qu'à Hobarton elle est (178 millimètres) seulement la moitié.

» La différence des époques est près de 2 jours. Quand on considère l'époque donnée par les observations de Makerstoun (où l'amplitude est la plus grande), on voit qu'un minimum de l'oscillation double arrive, à un jour fixé, en même temps que le maximum de l'oscillation simple. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Observations sur la structure des tiges et des fructifications des* Annularia *et des* Sphenophyllum; Mémoire de M. B. RENAULT, présenté par M. Brongniart. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

I. — *Structure de la tige et des fructifications des* Annularia.

« La forme *extérieure* seule de la tige des *Annularia* est connue par les empreintes nombreuses qui se trouvent dans les schistes et les nodules de

fer carbonaté du terrain houiller. Quant à sa structure interne, elle n'a pas encore été observée (1).

» M. Grand' Eury, le premier, a signalé la ressemblance existant entre certaines fructifications silicifiées d'Autun et les fructifications connues sous le nom de *Bruckmannia tuberculata* (Sternberg).

» L'examen de ces fructifications a permis d'en faire ressortir les détails suivants :

» 1° Sur l'axe sporangifère, par conséquent plus généralement sur la tige elle-même, que j'ai retrouvée dans d'autres échantillons et qui, d'après M. Grand' Eury, s'accorde encore avec ce qui reste ordinairement des tiges d'*Annularia longifolia*, auquel on rattache du reste le *Bruckmannia tuberculata*.

» 2° Sur la forme et la disposition des sporanges.

» *Tige.* — La tige est fistuleuse. Dans les échantillons que j'ai examinés, trop courts peut-être, je n'ai pas aperçu de cloisons transversales.

» Sur une coupe horizontale, on distingue deux régions : l'une ligneuse (si je puis me servir de cette expression), l'autre corticale.

» La région ligneuse est formée de cellules rectangulaires un peu allongées dans le sens vertical. Une large cavité qui se produit de bonne heure dans la plante occupe la partie centrale; à la périphérie se trouve un cercle de lacunes (lacunes essentielles) au nombre de 16 à 20 dans les échantillons examinés. Ce n'est que dans le voisinage de ces lacunes, comme dans les prêles, que l'on rencontre des faisceaux fibrovasculaires rayés. Il y a autant de faisceaux que de lacunes; quelques-unes des fibres qui accompagnent les fibres rayées sont parcourues sur leurs parois internes par un ruban formant des spires à tours espacés ou des anneaux. En dehors du cercle de lacunes, les cellules ligneuses paraissent un peu plus résistantes.

» *Écorce.* — L'écorce se rencontre rarement encore adhérente au tissu ligneux; elle m'a paru formée de cellules rectangulaires à parois minces et peu solides, séparée de la portion ligneuse par un parenchyme encore plus délicat et constamment mal conservé.

» La surface extérieure ne me paraît pas avoir porté de cannelures.

» Si les empreintes schisteuses en indiquent, elles sont dues probable-

(1) Éloigné des Bibliothèques, M. B. Renault n'a pas pu avoir connaissance des travaux déjà publiés sur ce sujet par MM. Ludwig, Binney, Williamson et quelques autres; mais ses études n'en sont pas moins très-intéressantes à plusieurs égards, par la précision de ses observations. AD. B.

ment à la présence des faisceaux fibrovasculaires qui accompagnent les lacunes.

» *Fructifications.* — Les fructifications sont spiciformes; l'axe central porte alternativement des verticilles de bractées et des verticilles de sporanges. Les sporanges, disposés par paires, sont supportés par des rameaux verticillés qui se dirigent horizontalement et en même nombre que les bractées; celles-ci s'éloignent de l'axe d'abord horizontalement, et se relèvent ensuite assez brusquement pour envelopper les sporanges. Elles sont lancéolées, épaisses, arrondies à la face interne et supérieure, uninerviées; la nervure est saillante, le limbe étroit, quoique s'élargissant un peu dans la partie relevée, où les bords peuvent s'incurver au-dessous et former gouttière.

» Les rameaux verticillés qui portent les sporanges s'insèrent horizontalement sur des côtes saillantes, fibrovasculaires, qui courent le long de la surface extérieure de l'axe (ayant perdu la couche externe épidermique dans les spécimens étudiés); leur insertion alterne avec celle des bractées, placée par conséquent dans l'intervalle de deux côtes. La position de ces dernières correspond sensiblement à celle des lacunes centrales.

» Les rameaux sporangifères sont cylindriques, terminés en pointe et portent chacun une paire de sporanges placés, l'un au-dessus, l'autre au-dessous de lui, et en contact avec l'axe.

» Les sporanges se présentent sous la forme de sacs à section sensiblement rectangulaires, le plus souvent détachés de leur support. Leur hauteur atteint 2 millimètres, leur épaisseur $0^{mm},7$, et leur longueur diamétrale $1^{mm},3$; ces sporanges sont remplis de spores globuleuses en assez grand nombre, et mesurant $0^{m},1$ de diamètre.

» La structure interne de l'axe de l'inflorescence est sensiblement la même que celle des tiges indiquée plus haut; le nombre des lacunes a été de 16 dans les échantillons examinés; je n'ai rencontré à sa surface ni écorce, ni épiderme. A la hauteur des articulations d'où partent les bractées et les rameaux sporangifères, des cloisons horizontales n'existent pas davantage. Le diamètre de l'axe peut atteindre 5 à 6 millimètres, et, comme il ne diminue que très-lentement, sa longueur pouvait être relativement considérable.

» Si l'on compare la tige des *Annularia* que je viens de décrire sommairement à celle des *Sphenophyllum*, que j'ai fait connaître il y a quelque temps, on remarque des différences profondes, et telles, qu'il n'est plus possible de rapprocher ces deux genres, que leurs empreintes extérieures semblaient ne pas trop éloigner. »

M. E. Solvay soumet au jugement de l'Académie un Mémoire concernant la production de l'électricité dans l'acte de la condensation vésiculaire de la vapeur d'eau, et les principales conséquences de ce fait.

Ce Mémoire, très-développé, se partage en cinq parties, dans lesquelles l'auteur traite spécialement : 1° De l'électrolyse de l'eau par le seul fait de la condensation vésiculaire de la vapeur; 2° de la théorie des explosions foudroyantes des générateurs de vapeur, et des moyens de les prévenir; 3° de la théorie de la production atmosphérique de l'ozone, de l'eau oxygénée et des composés ammoniacaux nitrés; 4° de la théorie générale des principaux phénomènes électriques de l'atmosphère; 5° de la théorie générale du magnétisme terrestre, des aurores polaires, etc.

(Commissaires : MM. Fremy, Edm. Becquerel, Jamin.)

M. Leroy-Mabille adresse une nouvelle Communication, relative à l'infiltration des eaux et à l'affaissement graduel des côtes.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Edm. Becquerel.)

M. E. Maumené adresse des observations concernant les résultats obtenus par M. *Viollette* sur le sucrate de chlorure de potassium.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. L. Skrodzki adresse une Communication relative à l'aérostation et à diverses questions de Physique.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. L. Hugo adresse quelques nouveaux documents relatifs aux formes géométriques réalisées par les anciens, d'après divers objets conservés dans les musées.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. Osselin adresse une Note relative à un système d'objectifs pour les lunettes astronomiques à grands diamètres.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. Oskamp adresse une Lettre concernant son précédent Mémoire sur la théorie électrostatique.

(Renvoi à la Commission nommée, Commission qui se compose de MM. Faye, Edm. Becquerel, Jamin.)

M. Ch. Delalain adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie (fondation Montyon), un Mémoire sur un menton artificiel à cuvette.

(Renvoi à la Commission.)

M. A. Brachet adresse de nouvelles Notes concernant ses lentilles objectives, en corindon et en rubis-spinelle, pour microscopes.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. Dupré adresse une Note relative à la maladie de la vigne.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

M. Yol adresse une Note relative à la destruction des insectes nuisibles à la végétation.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. Vielguth adresse une Note relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La seconde livraison des « Animaux fossiles du Léberon », par M. *A. Gaudry*;

2° Le Cours de Chimie agricole de M. *Dehérain*.

Ce dernier ouvrage est renvoyé au concours du prix Morogues.

M. Quetelet, Secrétaire perpétuel de l'Académie royale de Belgique, adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, divers ouvrages, mentionnés

plus loin au *Bulletin bibliographique*, et un exemplaire de la médaille de bronze, à l'effigie de l'impératrice *Marie-Thérèse*, qui a été frappée en souvenir du centième anniversaire de la fondation de cette Académie.

M. Quetelet adresse en outre, en son nom personnel, le XXI[e] volume des *Annales de l'Observatoire de Bruxelles*, les deux derniers *Annuaires de l'Observatoire*, les *Phénomènes périodiques de* 1870, etc.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les trajectoires des points d'une droite mobile dans l'espace;* Note de M. A. MANNHEIM, présentée par M. Chasles.

« On s'est surtout occupé jusqu'à présent d'étudier le déplacement d'une droite sur un plan; on sait que dans ce cas, à un instant quelconque du déplacement, les tangentes aux trajectoires de tous les points de la droite enveloppent une parabole, et que les centres de courbure de ces trajectoires appartiennent à une conique. On sait aussi qu'il existe, en général, deux points de la droite qui sont des points d'inflexion sur leurs trajectoires.

» Je me propose maintenant d'étudier ce qui est relatif au déplacement d'une droite dans l'espace.

» Les propriétés des trajectoires des points d'une droite mobile sont les propriétés d'une certaine série de courbes tracées sur la surface engendrée par cette droite. Ces courbes sont telles, que deux quelconques d'entre elles interceptent des segments égaux sur toutes les génératrices de cette surface. Elles peuvent être généralisées en considérant les courbes tracées sur une surface réglée, et qui déterminent des divisions homographiques sur toutes les génératrices de cette surface. Quelques-unes des propriétés des trajectoires des points d'une droite s'étendent immédiatement à ces courbes plus générales.

» Désignons par D la droite mobile, et par (D) la surface réglée engendrée par cette droite. La génératrice D peut être amenée, d'une infinité de manières, à coïncider avec la génératrice D_1, qui lui est infiniment voisine; car un point a marqué sur D peut être assujetti à décrire sur (D), à partir de la position qu'il occupe, une infinité de courbes. A chacune des directions qu'on peut ainsi faire suivre à a correspond pour la droite D un axe instantané Δ qui est une droite conjuguée de D; excepté lorsque la trajectoire du point a est normale à D.

» Considérons en particulier une trajectoire de a qui ne soit pas normale à D. A chaque instant du déplacement de D, nous aurons une droite

telle que Δ. Ces droites appartiennent à une surface (Δ). Les droites entraînées en même temps que D, et qui deviennent successivement des axes instantanés, c'est-à-dire des génératrices de (Δ), appartiennent à une autre surface gauche. Il est facile de voir que cette dernière surface roule sur (Δ) pendant le déplacement continu de D, et qu'à chaque instant elle se raccorde avec (Δ).

» A chacune des trajectoires de a correspond une autre surface telle que (Δ). Nous avons donc ce théorème connu :

» Théorème I. — *Une surface réglée peut être engendrée d'une infinité de manières par une de ses génératrices entraînée pendant le roulement d'une surface réglée sur une autre surface réglée. A chaque instant, ces deux dernières surfaces se raccordent suivant un axe instantané.*

» Puisque a, pour un déplacement infiniment petit, tourne autour de Δ, la tangente à la trajectoire de ce point est perpendiculaire au plan (a, Δ). Cette tangente rencontre D et la génératrice D_1 infiniment voisine de D; elle rencontre donc deux droites et est parallèle à un plan perpendiculaire à Δ. Il en est de même des tangentes aux trajectoires de tous les points de D. Ces droites appartiennent donc à un paraboloïde hyperbolique. On voit donc que :

» Théorème II. — *Les tangentes aux trajectoires de tous les points d'une droite* D *appartiennent à un paraboloïde hyperbolique dont un plan directeur est perpendiculaire à la droite* Δ, *conjuguée de* D (1).

» Après un premier déplacement infiniment petit de D, le point a est venu en a_1 sur D_1, et la droite aa_1 est une génératrice de ce paraboloïde. Après un nouveau déplacement infiniment petit, a_1 vient en a_2 sur D_2, et la droite a_1a_2 est la génératrice d'un autre paraboloïde. Ces deux paraboloïdes ont en commun la droite D_1. Le plan (a, a_1, a_2), qui contient les droites aa_1, a_1a_2, est tangent à chacun de ces paraboloïdes. Ce plan n'est autre que le plan osculateur en a à la trajectoire de ce point. Les plans osculateurs des autres points de D étant tangents aux mêmes paraboloïdes, leur enveloppe est la surface développable circonscrite à deux paraboloïdes ayant une génératrice commune, c'est-à-dire une développable du quatrième ordre et de la troisième classe. Ainsi :

» Théorème III. — *A un instant quelconque du déplacement d'une droite* D,

(1) *Voir*, dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 26 juin 1843, le Mémoire de M. Chasles *Sur les propriétés géométriques relatives au mouvement infiniment petit d'un corps solide libre dans l'espace.*

les plans osculateurs des trajectoires des points de cette droite enveloppent une surface développable du quatrième ordre et de la troisième classe.

» Ce théorème est un cas particulier de celui qu'on obtient en prenant le corrélatif du théorème suivant :

» *Quand autour de trois droites données dans l'espace on fait tourner trois plans formant trois faisceaux homographiques, le point d'intersection de ces trois plans décrit une courbe gauche du troisième ordre* (1).

» Mais il est essentiel de remarquer que, dans le cas du déplacement d'une droite D, le plan osculateur, correspondant à la trajectoire du point qui est à l'infini sur cette droite, est lui-même à l'infini.

» Nous avons déjà dit que la tangente aa_1 à la trajectoire de a est perpendiculaire au plan (a, Δ). Il en est de même pour tous les points de D, c'est-à-dire que les plans normaux aux trajectoires des points de cette droite passent par Δ. Les plans passant par les points de D et par la droite Δ', qui doit devenir l'axe instantané, sont les plans qui, après un déplacement infiniment petit, seront normaux aux trajectoires des points de D. Nous avons ainsi deux faisceaux de plans dont les arêtes sont Δ et Δ'. Les plans de ces faisceaux passant respectivement par les mêmes points de D sont homographiques. Lorsque la droite Δ' viendra en Δ_1 en entraînant le faisceau dont elle est l'arête, les plans de ce faisceau, après ce déplacement, couperont alors les plans du faisceau dont Δ est l'arête, suivant les axes de courbure des trajectoires des points de D. Ces axes de courbure, résultant de l'intersection des plans de deux faisceaux homographiques, appartiennent à une surface du second ordre qui contient Δ et Δ_1, c'est-à-dire qui se raccorde avec la surface (Δ). De là ce théorème :

» Théorème IV. — *A un instant quelconque du déplacement continu d'une droite, les axes de courbure des trajectoires de tous les points de cette droite appartiennent à une surface du second ordre* (2).

» Je dis que cette surface du second ordre est un hyperboloïde. Pour le prouver, il suffit de faire voir qu'en général il n'y a pas de point sur D pour lequel l'axe de courbure de sa trajectoire soit à l'infini ; c'est-à-dire qu'il n'y a pas de point de D qui soit un point d'inflexion sur sa trajectoire. Démontrons d'abord cette propriété.

---

(1) *Voir*, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 10 août 1857, le Mémoire de M. Chasles *Sur les propriétés des courbes à double courbure du troisième ordre.*

(2) *Voir*, dans le *Bulletin de la Société Philomathique*, séance du 25 juin 1870, une Note de M. Haag.



» Si un point a de D était un point d'inflexion sur sa trajectoire, les deux positions successives et infiniment voisines de a, c'est-à-dire a_1 et a_2, appartiendraient avec a à une même droite. Nous avons dit que aa_1 était parallèle à un plan perpendiculaire à Δ, et que $a_1 a_2$ était parallèle à un plan perpendiculaire à Δ_1 : la droite $a a_1 a_2$, si elle existait, devrait donc être parallèle à l'intersection de ces deux plans; mais le plan mené par la droite commune à nos deux paraboloïdes, parallèlement à cette droite d'intersection de leurs plans directeurs, ne touche pas nécessairement ces deux paraboloïdes au même point a. Cela devrait être pour avoir en ligne droite les points a, a_1, a_2. Donc il n'existe pas de point a qui soit un point d'inflexion sur sa trajectoire. Ainsi :

» Théorème V. — *En général, il n'y a pas sur une droite mobile un point qui soit point d'inflexion sur sa trajectoire.*

» Le raisonnement que nous venons d'employer n'est plus applicable lorsqu'il s'agit du déplacement d'une droite sur un plan.

» Le théorème V peut encore se démontrer de la manière suivante : S'il existe un point a sur D qui soit point d'inflexion sur sa trajectoire, ce point doit se déplacer dans la direction de l'asymptote de l'indicatrice de (D) en a. La tangente à la trajectoire de ce point est donc nécessairement parallèle à l'une des génératrices du cône directeur de l'hyperboloïde osculateur de (D) suivant D. Nous venons de dire que la tangente à la trajectoire d'un point qui est point d'inflexion sur sa trajectoire est parallèle à l'intersection de deux certains plans. Comme nous pouvons disposer de ces plans de façon que leur droite d'intersection ne soit pas parallèle à l'une des génératrices du cône dont je viens de parler, nous voyons bien qu'alors il n'y aura pas de point sur D qui soit point d'inflexion sur sa trajectoire.

» Et si nous revenons à la surface du deuxième ordre, lieu des axes de courbure des trajectoires des points de D_1, nous pouvons dire que, ces axes étant à distance finie, *cette surface est un hyperboloïde.*

» Cet hyperboloïde a pour cône directeur un cône du second ordre, dont les génératrices sont respectivement parallèles à ces axes de courbure et, par suite, perpendiculaires aux plans osculateurs des trajectoires des points de D. Il résulte de là que :

» Théorème VI. — *Si d'un point de l'espace on mène des plans parallèles aux plans osculateurs des trajectoires de tous les points d'une droite, ces plans enveloppent un cône du second ordre;* ou, en d'autres termes, *la développable du quatrième ordre, qui est l'enveloppe des plans osculateurs des trajectoires de tous les points d'une droite, a un cône directeur qui est du second ordre.*

» Dans une prochaine Communication, je donnerai les solutions de questions relatives au même sujet.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les courbes du sixième ordre à double courbure;* Note de M. Ed. Weyr, présentée par M. Chasles.

« *Courbes du sixième ordre de la classe* (2). — J'ai désigné par ce symbole les courbes du sixième ordre qui se trouvent sur une surface du second ordre n'étant sur aucune surface cubique. La première condition fait voir que ce sont des courbes à 6, 7 ou 10 points doubles apparents; de la seconde nous déduirons immédiatement qu'il ne peut y avoir des courbes qu'à 7 ou 10 points doubles apparents.

» Soit en effet C_6 une courbe du sixième degré (2) à 6 points doubles apparents. Prenons un point quelconque de la surface du second ordre qui contient C_6 pour le point $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$; les équations de C_6 seront alors $U_6 = 0$, $w = \frac{P_2}{Q_1}$, U_6 étant une courbe à 2 points triples O_1, O_2, Q_1 étant la droite O_1O_2, et $P_2 = 0$ enfin représentant une conique qui passe par O_1 et O_2. Je dis que par C_6 passent toujours des surfaces cubiques; car la surface $w^3 + A_1 w^2 + A_2 w + A_3 = 0$ contiendra C_6, si nous pouvons déterminer les fonctions A_1, A_2, A_3, de telle sorte qu'on ait identiquement

$$\Pi_6 = P_2^3 + A_1 P_2^2 Q_1 + A_2 P_2 Q_1^2 + A_3 Q_1^3 = U_6.$$

Mais cela peut toujours se faire. La courbe Π_6 possède aux points $P_2 = 0$, $Q_1 = 0$, c'est-à-dire aux points O_1, O_2, des points triples, qui représentent donc 18 points d'intersection $\Pi_6 = 0$, $U_6 = 0$; si donc on détermine les 19 constantes contenues dans A_1, A_2 et A_3 de manière à faire passer Π_6 par d'autres 19 points de U_6, les courbes Π_6 et U_6 ayant $18 + 19$ points communs seront identiques, ce qu'il fallait démontrer.

» Il n'y a donc pas de courbes du sixième ordre de la classe (2) à 6 points doubles apparents.

» Considérons une courbe du sixième ordre (2) à 7 points doubles apparents. Le point $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$ étant sur la surface du second degré qui passe par notre courbe C_6, ses équations seront $U_6 = 0$, $w = \frac{P_2}{Q_1}$. U_6 sera alors une courbe à 1 point quadruple O_1 et à 1 point double O_2, qui appartiennent ainsi aux courbes P_2 et Q_1. Par une telle courbe C_6 ne passe en effet aucune surface cubique, car en ce cas C_6, étant l'intersection complète d'une telle surface par la surface $w = \frac{P_2}{Q_1}$, n'aurait que 6 points

doubles apparents. Cela se peut d'ailleurs aussi démontrer de la manière suivante. Si la surface $w^3 + A_1 w^2 + A_2 w + A_3 = 0$ contenait C_6, on devrait avoir identiquement

$$\Pi_6 = P_2^3 + A_1 P_2^2 Q_1 + A_2 P_2 Q_1^2 + A_3 Q_1^3 = U_6;$$

ce qui est impossible, puisque Π_6 possède en O_2 1 point triple, tandis que U_6 n'a que 1 point double en O_2. La courbe considérée C_6 est donc bien de la classe (2). Par C_6 passent toujours des surfaces du quatrième ordre. En effet, la surface $w^4 + A_1 w^3 + A_2 w^2 + A_3 w + A_4 = 0$ sera menée par C_6, si l'on a

$$\Pi_6 = P_2^4 + A_1 P_2^3 Q_1 + A_2 P_2^2 Q_1^2 + A_3 P_2 Q_1^3 + A_4 Q_1^4 = U_6 U_2.$$

Les points O_1 et O_2 étant quadruples pour Π_8 représentent 20 points communs à Π_8 et U_6; en déterminant d'une manière convenable les 34 constantes en A_1, A_2, A_3, A_4, on fera de telle sorte que U_6 constitue une partie de Π_8. Le point O_2 n'étant que double pour U_6 et quadruple pour Π_8, il s'ensuit de là que la conique U_2 sera constituée par deux droites passant par O_2. Donc chaque courbe du sixième ordre de la classe (2) à 7 points doubles apparents est l'intersection partielle d'une surface du quatrième degré par une surface du second degré, qui ont deux droites gauches en commun.

» Soit enfin C_6 une courbe du sixième ordre (2) à 10 points doubles apparents. Supposons toujours que le point $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$ se trouve sur la surface du second ordre passant par C_6; les équations de cette courbe seront

$$U_6 = 0, \quad w = \frac{P_2}{Q_1}.$$

La courbe U_6 n'aura que 1 point quintuple O, par lequel passeront P_2 et Q_1; ces deux courbes auront encore 1 point commun M_1 situé sur U_6. Par une telle courbe C_6 ne passe aucune surface cubique; cela exigerait l'identité

$$\Pi_6 = P_2^3 + A_1 P_2^2 Q_1 + A_2 P_2 Q_1^2 + A_3 Q_1^3 = U_6,$$

ce qui ne peut se faire, puisque Π_6 a 1 point triple en M_1. De plus, par C_6 ne peut être menée aucune surface du quatrième ordre; car, cela étant, on aurait

$$\Pi_8 = P_2^4 + A_1 P_2^3 Q_1 + \ldots + A_4 Q_1^4 = U_6 U_2,$$

ce qui ne se peut pas, puisque Π_8 possède en M_1 1 point quadruple, tandis que la courbe $U_6 U_2 = 0$ n'y peut avoir au plus que 1 point triple. Enfin

nous savons que par C_6 passent des surfaces du cinquième ordre. Soit

$$w^5 + A_1 w^4 + \ldots + A_5 = 0$$

l'équation d'une telle surface; on aura

$$\Pi_{10} = P_2^5 + A_1 P_2^4 Q_1 + \ldots + A_5 Q_1^5 = U_6 U_4.$$

» La courbe Π_{10} possède aux points O et $M_1 (P_2 = 0, \ Q_1 = 0)$ des points quintuples; il s'ensuit que M_1 sera un point quadruple pour la courbe U_4, ou bien que la courbe U_4 sera constituée par le système de quatre droites passant par M_1. On conclut de là que chaque courbe du sixième ordre (2), à 10 points doubles apparents, est l'intersection d'une surface du second degré par une surface du quatrième ordre passant par quatre génératrices qui font partie du même système de la première surface.

» Les espèces de courbes du sixième ordre non planes sont donc les suivantes :

» A. *Courbes de la classe* (2.3). — Il y a une seule espèce 2.3 à 6 points doubles apparents; toute courbe du sixième ordre à 6 points doubles apparents qui provient de l'intersection de deux surfaces cubiques appartient aussi à cette espèce.

» B. *Courbes de la classe* (3). — Il y a cinq espèces représentées par les symboles

$$\left(\frac{3.4}{2}\right)_6, \quad \left(\frac{3.4}{2}\right)_7, \quad \left(\frac{3.4}{2}\right)_8, \quad \left(\frac{3.4}{2}\right)_9, \quad \left(\frac{3.4}{2}\right)_{10},$$

et respectivement à 6, 7, 8, 9, 10 points doubles apparents; ces symboles signifient qu'une telle courbe constitue, avec une courbe de même espèce, l'intersection complète d'une surface cubique par une surface du quatrième ordre. Les courbes du sixième ordre qui proviennent de l'intersection de deux surfaces cubiques ne sont que des courbes spéciales de ces quatre premières espèces.

» C. *Courbes de la classe* (2). — Il y a deux espèces : l'une à 7 points doubles apparents, qui sera représentée par le symbole 2.4 — 1 — 1; l'autre 2.5 — 1 — 1 — 1 — 1, à 10 points doubles apparents. Par ces courbes ne passe aucune surface cubique, et même, par la dernière, ne peut passer aucune surface du quatrième ordre.

» Il serait facile d'énumérer les sous-espèces de toutes ces courbes. »

GÉOMÉTRIE. — *Note relative à une Communication sur les courbes gauches algébriques;* par M. **Halphen**, présentée par M. Chasles.

« Dans une Note *sur la classification des courbes du sixième ordre dans l'espace*, insérée aux *Comptes rendus*, séance du 17 février 1873, p. 424, M. Weyr démontre les deux théorèmes suivants :

» 1° *Le nombre des points doubles apparents d'une courbe gauche du sixième degré est au moins six ;*

» 2° *Une courbe du sixième ordre située sur une surface du second ordre a six, sept ou dix points doubles apparents.*

» J'ai l'honneur de faire observer que ces deux théorèmes sont compris dans deux des propositions démontrées dans un Mémoire que j'ai présenté à l'Académie le 21 février 1870, et énoncées dans l'Extrait de ce Mémoire inséré aux *Comptes rendus*, t. LXX, p. 380. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur les décompositions salines ;* Note de M. **L. Joulin**, présentée par M. Edm. Becquerel. (Extrait.)

« Dans une série de recherches sur l'*Influence de l'eau dans les décompositions chimiques*, publiées il y a une vingtaine d'années, H. Rose classe de la manière suivante les produits de la réaction des carbonates alcalins et des sels métalliques (1) : avec les bases fortes (baryte, oxyde d'argent), on obtient des carbonates purs; avec les bases faibles, l'eau, agissant comme un acide, déplace, en raison de sa masse, une partie de l'acide carbonique, et le précipité se compose d'hydrate et de carbonate unis en proportions définies, combinaisons appelées *hydrocarbonates ;* avec les bases très-faibles (sesquioxydes de fer, d'aluminium), on a de l'hydrate pur. Si l'oxyde ne se combine pas avec l'eau, sa production est attribuée à une petite quantité d'alcali libre, mélangée au carbonate alcalin. Rose admet enfin qu'aux grandes dilutions le borate de soude est décomposé par l'eau, et explique ainsi l'oxyde produit dans la réaction du borax et des sels métalliques. Nous avons repris l'étude de cette question; voici les résultats de nos premières recherches :

» I. *Carbonates.* — On a examiné les produits de la double décomposition, quand on augmente successivement la dilution des sels, depuis le minimum de solubilité jusqu'à $\frac{1}{50000}$, et leurs proportions, depuis l'égalité

(1) *Annales de Poggendorff*, t. LXXXII, LXXXIV et LXXXV.

d'équivalents jusqu'à un excès de 2000 équivalents. Le sel métallique était versé dans le sel alcalin, et l'on agitait le mélange quelques instants. Le carbonate de soude provenait de la calcination du bicarbonate; les sels métalliques étaient parfaitement neutres.

» 1° *Sels de manganèse.* — A. *Température ordinaire. a. Equivalents égaux, même dilution.* — Jusqu'à la dilution du $\frac{1}{200}$, le précipité est du carbonate de manganèse pur; au delà, c'est un mélange de carbonate et de sesquioxyde (ce dernier provenant de l'oxydation de l'hydrate de protoxyde), dans lequel la proportion d'oxyde croît d'une manière continue avec la dilution. La liqueur de filtrage renferme du bicarbonate de soude; si la dilution est très-grande, le sesquioxyde reste longtemps en suspension et colore le liquide en brun jaune.

» *b. Excès de l'un des sels.* — Quand le carbonate de soude est en excès, l'oxyde se produit même avec des solutions très-concentrées, et sa proportion augmente d'une manière continue avec celle du carbonate alcalin. Pour un excès de sel métallique, les solutions concentrées donnent du carbonate pur; mais, à partir d'une certaine dilution, ce carbonate est mélangé d'une quantité d'oxyde qui augmente avec la dilution et le nombre d'équivalents du sel métallique. Ces expériences se réalisent encore en séparant les deux sels par une membrane à travers laquelle s'établit une double dialyse: du côté du sel alcalin, le précipité est formé uniquement de sesquioxyde de manganèse; de l'autre côté, c'est du carbonate presque pur.

» B. *Influence de la température.* — A zéro, la quantité d'oxyde est beaucoup plus faible qu'à la température ordinaire; c'est à peine si l'on a des traces d'oxyde pour un excès de 40 équivalents de carbonate de soude. A 100 degrés au contraire, la réaction à équivalents égaux donne une quantité notable d'oxyde, et il faut employer 3 équivalents de sel métallique pour avoir du carbonate pur.

» 2° *Autres sels métalliques.* — Des observations analogues ont été faites sur les sels d'argent, de cuivre, de protoxyde de mercure; on voit nettement le carbonate métallique se former d'abord, et se décomposer plus ou moins rapidement en oxyde.

» En résumé, *la réaction des carbonates alcalins et des sels métalliques, que les oxydes soient ou non susceptibles de former des hydrates, donne des mélanges de carbonate et d'oxyde, généralement en proportions non définies, à toute dilution pour un excès de carbonate alcalin, à partir d'une certaine dilution seulement pour un excès de sel métallique. La quantité d'oxyde augmente avec la dilution et la température.*

» 3° *Vitesse des réactions.* — Si, dans la réaction à équivalents égaux de solutions concentrées de carbonate de soude et de sulfate de manganèse, on étend d'eau aussitôt après le mélange des sels, on voit une partie du précipité se transformer en sesquioxyde, tandis que le précipité lavé sur un filtre reste inaltéré quand on le met en suspension dans la même quantité d'eau. L'examen de la liqueur de filtrage montre qu'un dixième environ des sels a échappé à la réaction immédiate; la double décomposition exige donc toujours un certain temps pour s'effectuer, et c'est ce qui a conduit à faire une série d'expériences sur la vitesse des réactions. Le sel métallique était versé dans le sel alcalin, et l'on agitait vivement le mélange pendant une minute; un essai alcalimétrique faisait connaître la quantité de carbonate de soude qui n'était pas entrée en combinaison au bout de différents temps. On a considéré, comme *réaction immédiate*, celle qui s'accomplit pendant le temps de 5 à 6 minutes, nécessaire pour le filtrage du volume de liquide sur lequel on opérait ordinairement.

» *Sels de manganèse.* — A. *Température ordinaire.* — *a. Équivalents égaux, même dilution.* — Les chiffres suivants montrent que la réaction immédiate est considérablement retardée par la dilution :

Dilution de chaque sel	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{5000}$
Réaction immédiate; quantité de NaO, CO^2 p. 100 combiné	94,00	88,97	59,33	11,97

» Des expériences, dans lesquelles on a mélangé au carbonate alcalin différentes quantités de sulfate de soude, montrent que ce produit de la double décomposition influe aussi sur le ralentissement de la réaction. Cette influence augmente avec la dilution, jusqu'à un maximum au delà duquel elle décroît rapidement; du reste, 8 équivalents de sulfate de soude n'ont pas eu plus d'influence qu'un seul :

Dilution des sels.	Réaction immédiate. Quantité de NaO, CO^2 pour 100 combiné pour des mélanges de NaO, SO.		
	0 éq.	1 éq.	8 éq.
$\frac{1}{100}$	88,97	82,25	81,04
$\frac{1}{1000}$	59,93	44,00	44,00
$\frac{1}{5000}$	12,00	11,50	»

» C'est donc un effet complexe de l'augmentation de la dilution au fur et à mesure que les sels se combinent, et de l'influence du sulfate et du bicarbonate de soude, produits que l'on a étudiés en suivant, pendant trente jours, la réaction à équivalents égaux de solutions au $\frac{1}{1000}$ de carbonate

de soude et de sulfate de manganèse. La marche de la réaction, indiquée par les chiffres ci-dessous, est assez bien représentée par la formule $\frac{1}{N^2} - 1 = 13,50 . t$, dans laquelle N représente la proportion de carbonate alcalin existant dans le mélange, au bout du temps t.

Durée de la réaction.	Immédiatement.	Jours. 1	2	4	7	15	30
NaO,CO^2 combiné, pour 100.	60,27	78,85	79,88	86,56	87,23	92,67	94,90

» *b. Excès de l'un des sels.* — 1, 10, 50, 75 équivalents de l'un des sels à la dilution de $\frac{1}{10}$ ont été mélangés avec un équivalent de l'autre sel, dont la dilution était calculée de manière qu'après le mélange le volume fût de 242 centimètres cubes, le poids de l'équivalent du carbonate de soude étant $0^{gr},1$. Le tableau suivant montre que *la réaction immédiate diminue considérablement avec l'excès de l'un des sels, et que cette diminution persiste au bout de vingt-quatre heures pour des excès de 50 et 75 équivalents.*

		Quantités de MnO,SO^4.				Quantités de NaO,CO^2.		
		1 éq.	10 éq.	50 éq.	75 éq.	1 éq.	10 éq.	50 éq.
NaO,CO^2 combiné pour 100, dans la réaction	immédiate.....	43,80	40,00	4,47	1,23	21,80	1,04	0,00
	après 24 heures.	82,37	82,37	83,42	69,21	59,11	43,60	34,70

» Quelle qu'en soit l'explication, ces expériences rendent compte de la production de l'oxyde dans les réactions à la température ordinaire, pour des équivalents égaux à partir d'une certaine dilution, ou pour un excès du sel métallique à toute dilution : *le carbonate métallique est décomposé par le carbonate alcalin qui n'est pas encore entré en combinaison.*

» B. *Influence de la température.* — La double décomposition est notablement ralentie à zéro, et un peu accélérée à 100 degrés. Cela ne suffit pas toutefois pour expliquer que, avec un grand excès de sel alcalin, il ne se produit pas d'oxyde à zéro, et il faut invoquer l'action, très-lente à cette température, du carbonate de soude sur le carbonate métallique. Quant à la production dans les réactions à 100 degrés, avec des équivalents égaux, et de carbonate pur pour un certain excès de sel métallique, elle est due au retard inégal que subissent, à cette température, les réactions normale et secondaire, qui se produisent simultanément dans le premier cas, tandis que, dans le deuxième, la réaction secondaire est très-ralentie.

» II. *Phosphates.* — Nous devons rapprocher de ce qui précède les observations faites sur la réaction des phosphates alcalins et des sels métal-

liques : le phosphate neutre de manganèse se conserve sans altération sous l'eau ou sous une solution concentrée de phosphate acide de soude; avec une altération très-légère sous le phosphate neutre, et est immédiatement décomposé par le phosphate basique. C'est encore par la tendance du sel alcalin à prendre une nouvelle quantité d'acide que l'oxyde se produit aux dépens des phosphates métalliques.

» III. *Borates.* — Nous n'avons jamais pu reproduire l'expérience par laquelle H. Rose a voulu démontrer la décomposition des borates alcalins par l'eau; 2 grammes de borax, étendus au $\frac{1}{5000}$ avec de l'eau distillée qui n'avait pas de réaction alcaline, n'ont pu ramener au bleu de tournesol légèrement acide, que $0^{gr},001$ de soude suffisait pour bleuir. L'eau ne décompose donc pas les borates alcalins, mais on sait qu'elle transforme facilement en oxydes les borates métalliques, que des solutions concentrées de borate neutre ou de biborate de soude n'altèrent presque pas. Aussi la réaction des borates alcalins et des sels métalliques, aux grandes concentrations, donne-t-elle du borate métallique pur, avec un excès de borate alcalin, et de l'oxyde avec un excès de sel métallique. Ici l'oxyde est dû à la décomposition du sel métallique par l'eau. »

MÉTALLURGIE. — *Recherches sur la dissolution des gaz dans la fonte, l'acier et le fer;* Note de MM. **L. Troost** et **P. Hautefeuille**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Nous avons établi, dans notre dernière Communication (1), que le dégagement des gaz émis par la fonte en fusion résultait fréquemment de l'action du carbure de fer sur la silice et les silicates. On peut cependant extraire des gaz du métal fondu, sans qu'il y ait attaque des parois ou de scories interposées.

» La fonte, portée à une haute température, dans une nacelle en charbon, éprouve, dans le gaz hydrogène, une fusion tranquille; on n'observe aucune projection, aucun dégagement gazeux; mais si, après l'avoir laissée longtemps dans cette atmosphère, on diminue rapidement la pression du gaz hydrogène, on voit de nombreuses projections de globules métalliques et de paillettes de graphite attester le dégagement du gaz absorbé par le métal. Si l'on abaisse en même temps la température, la solidification se produit pendant le dégagement gazeux et la surface du lingot devient rugueuse; on exagère ainsi les effets ordinaires du *rochage*.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 482.

» Le phosphore et le silicium exercent une influence sur la solubilité du gaz hydrogène dans la fonte; il suffit, pour s'en rendre compte, de faire quelques expériences comparatives. On reconnaît qu'il faut maintenir la fonte phosphorée beaucoup plus longtemps que la fonte ordinaire dans une atmosphère de gaz hydrogène, si l'on veut déterminer un bouillonnement sensible par diminution brusque de pression. Quant à la fonte très-riche en silicium, elle dissout si peu d'hydrogène que nous n'avons pu nous assurer de la solubilité de ce gaz qu'en faisant un vide complet pendant la solidification du métal et en constatant ensuite l'existence d'un rochage, qui, même dans ces conditions, est extrêmement faible.

» Une atmosphère d'oxyde de carbone ne donne pas les mêmes résultats; tandis que l'hydrogène se dissout en quantité notable dans la fonte, l'oxyde de carbone ne s'y dissout pas sensiblement, surtout si elle est très-carburée. On peut, après avoir laissé la fonte pendant plusieurs heures en contact avec une atmosphère de ce gaz, déterminer une diminution très-rapide de la pression sans que la surface du bain cesse d'être tranquille. Ce n'est qu'en produisant à la fois une diminution de pression et un abaissement de température, de manière à amener la solidification du métal, que l'on peut constater un faible rochage.

» Pour contrôler ces premiers résultats, nous avons extrait le gaz dissous ou emprisonné dans la fonte en *gueuse*. Un cylindre de fonte au bois, du poids de 500 grammes, chauffé à 800 degrés (1), a abandonné $16^{cc},7$ de gaz dans le vide sec, en cent quatre-vingt-dix heures. On a reconnu et dosé les gaz suivants :

Acide carbonique..........	$0^{cc},6$	ou	3,59 p. 100.
Oxyde de carbone..........	2,8		16,76
Hydrogène...............	12,3		74,07
Azote....................	1,0		5,58
Volume total.........	16,7		100,00

» Ce résultat s'accorde avec celui que nous avons constaté pour les fontes très-carburées : l'oxyde de carbone est extrait en proportion beaucoup plus faible que l'hydrogène. Ajoutons que la majeure partie de l'oxyde de carbone abandonne le métal en quelques heures, tandis que l'hydrogène est retenu beaucoup plus énergiquement.

» Ce même cylindre, maintenu pendant quarante-huit heures à la tem-

(1) Cette température est mesurée à l'aide du pyromètre à carbonate de chaux de M. Lamy.

pérature de 800 degrés, sous la pression de $0^m,770$, dans une atmosphère d'hydrogène, dissout ce gaz en beaucoup plus grande quantité que lorsqu'on le maintient pendant le même temps et dans les mêmes conditions dans une atmosphère d'oxyde de carbone. En effet, si après chacune de ces opérations on soumet le cylindre à l'action du vide sec pendant cent soixante-dix heures, on constate que l'on retire trois fois plus de gaz dans l'expérience faite avec l'hydrogène que dans celle faite avec l'oxyde de carbone. C'est ce qui résulte des nombres suivants :

Gaz extrait après saturation du métal.

	Par l'hydrogène.		Par l'oxyde de carbone.	
Oxyde de carbone....	1,1 cc	ou 2,36 p. 100.	14,7 cc	ou 86,98 p. 100.
Hydrogène..........	44,0	94,42	1,5	8,87
Azote..............	1,5	3,22	0,7	4,15
Volume total....	46,6	100,00	16,9	100,00

» L'ordre de solubilité est donc le même que dans nos expériences sur la fonte en fusion; le métal à l'état solide rappelle, par la manière dont il se conduit en présence des gaz hydrogène et oxyde de carbone, les propriétés du métal liquide. Il ne paraît y avoir, au moment de la solidification, qu'un changement brusque de solubilité (1).

» Pour nous rendre compte de l'influence de la proportion de carbone dans le métal, nous avons fait des expériences comparatives en employant, au lieu de fonte, le fer ou l'acier.

» Un cylindre d'acier fondu, du poids de 500 grammes, maintenu à 800 degrés dans les mêmes conditions successives que la fonte de l'expérience précédente, a donné les résultats suivants :

	Gaz contenu dans le métal au sortir de la forge.		*Gaz extrait après saturation du métal.* Par l'hydrogène.		Par l'oxyde de carbone.	
Ac. carbonique.	0,05 cc	ou 2,27 p. 100.				
Ox. de carbone.	1,40	63,65	0,9 cc	ou 11,53 p. 100.	2,0 cc	ou 62,50 p. 100.
Hydrogène....	0,50	22,72	6,4	82,05	0,8	25,00
Azote.........	0,25	11,36	0,5	6,42	0,4	12,40
	2,20	100,00	7,8	100,00	3,2	100,00

» Le volume des gaz que l'on parvient à extraire de l'acier par son exposition prolongée (cent quatre-vingt-dix heures) dans le vide sec, en

(1) M. Cailletet, en analysant les gaz émis par la fonte en fusion dans une poche de fonderie, y avait constaté une forte proportion d'hydrogène. (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 850.)

l'employant d'abord tel qu'il sort de la forge, puis après saturation par l'hydrogène ou par l'oxyde de carbone dans les mêmes conditions que la fonte, est bien plus faible qu'avec ce dernier corps (1). De plus, l'acier retient avec plus d'énergie les dernières traces d'hydrogène, et cependant le métal, lorsqu'il est saturé de ce gaz, en abandonne déjà une partie à la température ordinaire; il se comporte donc comme le palladium.

» Un cylindre de fer doux pesant 500 grammes abandonne en cent quatre-vingt-dix heures dans le vide sec, à la température de 800 degrés, de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, de l'hydrogène et de l'azote. Les proportions relatives de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène sont à peu près les mêmes que pour l'acier, mais le volume total des gaz recueillis est plus considérable.

	Gaz extrait du fer doux.		*Gaz extrait après saturation du métal.*			
			Par l'hydrogène.		Par l'oxyde de carbone.	
	cc		cc		cc	
Ac. carbonique.	2,2	ou 11,89 p. 100.				
Ox. de carbone.	10,8	58,38	0,6	ou 4,31 p. 100	13,7	ou 97,85 p. 100.
Hydrogène....	4,4	23,78	10,0	71,94	0,2	1,43
Azote.........	1,1	5,95	3,3	13,75	0,1	0,72
	18,5	100,00	13,9	100,00	14,0	100,00

» Le fer retient avec plus d'énergie l'oxyde de carbone que l'hydrogène; c'est l'inverse de ce que nous avons observé pour la fonte et pour l'acier.

» Les nombres que nous avons obtenus pour le fer sont de beaucoup inférieurs à ceux que l'on a généralement admis depuis les expériences d'où Graham a conclu que le fer du commerce dissout de 7 à 12,5 fois son volume d'oxyde de carbone.

» La divergence de ces résultats tient-elle uniquement à ce que, au lieu d'employer, comme le chimiste anglais, du fer en fils de petit diamètre,

(1) Nous rappellerons que nous avons constaté qu'on peut avoir un dégagement très-prolongé d'oxyde de carbone en portant ce métal (fer, fonte ou acier) à une température assez élevée pour qu'il puisse y avoir réaction entre le carbure de fer et les scories interposées, ou encore en opérant à la température de 800 degrés en présence de petites quantités de vapeur d'eau; l'oxyde de carbone est, dans ce cas, accompagné d'hydrogène. C'est pour éviter ces causes d'erreur que nous avons toujours opéré dans le vide absolument sec, à une température ne dépassant pas 800 degrés, et en employant des cylindres extraits à froid et à sec de blocs homogènes d'un grand volume.

nous avons opéré sur des cylindres de 2,6 centimètres de diamètre? C'est ce que nous examinerons en faisant connaître nos expériences sur ces mêmes métaux réduits en petits fragments (1). »

PHYSIQUE. — *Nouvelles observations relatives à l'action prétendue des lames minces liquides sur les solutions sursaturées;* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Pasteur.

« Dans une Communication récente (2), j'ai fait connaître un certain nombre d'expériences établissant que, contrairement aux affirmations de MM. Tomlinson et Van der Mensbrugghe, les lames minces liquides sont absolument incapables de provoquer la cristallisation subite des solutions sursaturées, et que ce phénomène n'est pas de ceux dont on peut rattacher l'explication à l'hypothèse de la tension superficielle des liquides.

» Cette Note a provoqué, de la part de M. Van der Mensbrugghe, une réponse (3) dont je vais dire seulement quelques mots, préférant substituer à une discussion stérile l'exposé d'expériences dont les résultats me paraissent de nature à clore définitivement le débat.

» Suivant M. Van der Mensbrugghe, ce serait par distraction que j'ai parlé de la tension superficielle comme d'une hypothèse : me sera-t-il permis de faire remarquer que, loin d'ignorer les expériences qui établiraient l'existence de cette tension, j'ai publié l'année dernière (4) un moyen simple de les répéter et de les varier, mais que je n'ai pas jugé qu'il y eût lieu de se départir, en faveur de la tension superficielle, de la réserve pratiquée par Newton lui-même lorsqu'il parlait de la gravitation universelle?

» Je m'étais aussi abstenu précédemment de faire ressortir le peu d'utilité qu'il y a réellement à opérer, comme l'a fait M. Tomlinson, en plein air et à la campagne, si l'on ne prend aucune disposition sérieuse pour éliminer l'effet des poussières cristallines que l'on dissémine autour de soi pendant les manipulations et qui suffisent pour faire cristalliser les solu-

---

(1) Nous ne pouvons pas comparer nos résultats à ceux qui ont été obtenus jusqu'ici avec les fers météoriques. Ces métaux ont généralement été chauffés dans des conditions où une partie des gaz extraits provenaient des réactions entre les éléments mélangés ou combinés de la météorite.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1705.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 45.

(4) *Journal de Physique*, t. I, p. 324.

tions sursaturées; j'étais loin de soupçonner que cette réserve me vaudrait, de la part de M. Van der Mensbrugghe, le reproche « de n'avoir pas pris » une connaissance détaillée de l'article que je voulais réfuter », reproche auquel je ne m'arrêterai pas : j'aborderai immédiatement la question de l'influence des lames minces liquides sur les solutions sursaturées.

» Je constate d'abord que M. Van der Mensbrugghe, après avoir déclaré qu'il n'a réalisé par lui-même aucune des expériences sur les solutions sursaturées, veut bien reconnaître que les propositions générales émises par lui en collaboration avec M. Tomlinson ne peuvent plus s'appliquer aux solutions *concentrées* de sulfate de soude; il croit cependant qu'elles conviennent aux solutions étendues, et, à l'appui de cette assertion, il cite des expériences faites sur une solution de parties égales de sulfate de soude et d'eau touchées par les huiles de phoque, de graines de coton, de spermaceti et niger : je vais examiner la valeur de cette proposition restreinte. Dans des ballons contenant la solution formée de poids égaux de sulfate de soude et d'eau, j'ai introduit une goutte de chacune des dix-huit substances essayées déjà sur des solutions plus concentrées, et aucune d'elles, après s'être étalée en lame mince, n'a provoqué la cristallisation. Si je n'ai pas mentionné dans ma première Note l'action des huiles de phoque, de graines de coton, de spermaceti et niger, c'est que, de toutes les substances essayées par M. Tomlinson, ces huiles sont les seules que je n'avais pu me procurer; mais, depuis, j'ai reçu de Londres des échantillons de ces huiles, à l'exception de l'huile niger, et j'ai constaté sur la solution précédente, et aussi sur des solutions plus concentrées, qu'elles n'ont pas plus d'efficacité que les autres substances,

» Pour donner plus de force à la démonstration, j'ai préparé deux autres séries de solutions sursaturées moins concentrées encore, contenant, pour 100 parties d'eau, l'une 90 parties de sulfate de soude, et l'autre 75 parties du même sel. Ces solutions étant maintenues à une température de 6 degrés, où il y avait sursaturation, j'ai essayé les vingt et une substances précédentes, étalées en lame mince, et je n'ai pas une seule fois constaté la cristallisation subite de la solution. Ces soixante-trois essais, tous concordants, prouvent qu'il faut encore abandonner la nouvelle proposition de M. Van der Mensbrugghe, et admettre que les liquides qui s'étalent en lame mince à la surface des solutions sursaturées de sulfate de soude de concentration quelconque n'en déterminent jamais, par un effet de capillarité, la cristallisation subite.

» Pour ce qui est des solutions sursaturées des autres sels que j'ai indi-

qués, leur étude, dont je supprime les détails pour abréger, conduit aux mêmes résultats. J'ajouterai que, si je n'ai pas donné la valeur des tensions superficielles des solutions d'acétate et d'hyposulfite de soude et de sel de Seignette, c'est que je croyais inutile d'entrer dans la discussion d'une théorie fondée sur des expériences dont je démontrais l'inexactitude; mais, pour me rendre au désir de M. Van der Mensbrugghe, je dirai que les valeurs de ces tensions sont supérieures à (5, 1), valeur qu'il attribue à la tension du sulfate de soude : d'où il suit que les expériences que j'ai indiquées contredisent davantage encore la théorie fondée sur la considération de la tension superficielle.

» Toutes ces expériences sont d'une netteté parfaite et faciles à réaliser, pour peu qu'on soit en garde contre l'accès des poussières cristallines de la substance dissoute; mais, comme elles exigent quelques dispositions expérimentales destinées à écarter ces parcelles infiniment petites, je crois utile d'indiquer un sel dont les solutions sursaturées peuvent être manipulées sans qu'il soit nécessaire de prendre la moindre précaution spéciale : c'est l'azotate de chaux cristallisé pur, qui n'existe pas dans l'air et dont les cristaux déliquescents ne peuvent y séjourner sans se dissoudre rapidement dans l'humidité atmosphérique. En ajoutant quelques gouttes d'eau aux cristaux d'azotate de chaux, et faisant chauffer, on obtient une solution sursaturée qu'on peut transvaser à froid ou abandonner pendant des mois entiers au sein d'un laboratoire, dans des ballons largement ouverts dont le col est dressé verticalement, sans qu'il y ait cristallisation. J'ai touché cette solution avec les vingt et une substances indiquées précédemment, elles se sont étalées en lames minces à la surface, sans provoquer une seule fois la cristallisation, et pourtant la solution sursaturée était dans les conditions les plus favorables pour cristalliser, puisque sa tension superficielle avait pour valeur 10,04

$$\left(\frac{r}{2} = 0^{mm},198, \quad h = 29^{mm}, \quad d = 1,748\right).$$

» Il me semble résulter de ces diverses expériences qu'il n'y a aucune relation entre la tension superficielle des liquides et la cristallisation subite des solutions sursaturées, à un degré quelconque de concentration, et qu'il n'y a pas lieu de cesser d'attribuer ce phénomène, comme je l'ai démontré le premier, au contact d'une parcelle cristalline du corps dissous ou d'un corps isomorphe (1).

---

(1) C'est ainsi qu'une parcelle d'un alun quelconque fait cristalliser les solutions sursatu-

» Pour terminer, je dirai quelques mots d'une assertion de MM. Tomlinson et Van der Mensbrugghe, reposant sur une erreur manifeste d'expérience et que j'avais cru inutile de relever : c'est que le sulfate de soude pur à dix molécules d'eau ne provoquerait pas la cristallisation de sa propre solution sursaturée. Jusqu'ici tous les observateurs avaient affirmé le contraire.

» M. Ch. Viollette, qui avait jugé depuis longtemps que ce point méritait un examen expérimental particulier, a réclamé à ce sujet (1) une priorité que moins que personne je songerais à lui contester. En effet, dans une solution sursaturée de sulfate de soude, chacun sait que la cristallisation, une fois commencée en un point de la masse, continue par l'adjonction de nouveaux cristaux aux cristaux de sulfate de soude qui viennent de se produire, jusqu'à ce que la solution, quel qu'en soit le volume, soit entièrement solidifiée. Si les cristaux de sulfate de soude pur étaient inactifs, il est clair que la cristallisation serait purement locale et ne pourrait pas se propager d'un bout à l'autre de la masse liquide.

» Il est une autre réclamation de priorité que M. Ch. Viollette a présentée en même temps et à laquelle il me met en demeure, je ne sais pourquoi, de répondre : elle est relative à l'application qu'il a faite, pour l'étude des solutions sursaturées de sulfate de soude, d'un appareil imaginé par M. Pasteur, à l'occasion de ses mémorables recherches sur les générations dites spontanées. Je n'ai jamais contesté que M. Ch. Viollette ait fait usage de cet appareil; j'ajouterai que je ne m'en suis jamais servi dans mes recherches, par la raison que j'ai pu arriver immédiatement, par des dispositions beaucoup plus simples, à des résultats très-satisfaisants et tout à fait définitifs, tandis que M. Ch. Viollette, après s'être servi de l'appareil compliqué dont il s'agit, et à la date de 1860 qu'il invoque, prétendant que « la question » était décidée et résolue alors par une méthode rigoureuse », a annoncé (2) « qu'il se pourrait que la substance qui détermine la cristallisation des so- » lutions sursaturées agit comme un corps avide d'eau », tels que la chaux et la baryte, résultat dont l'inexactitude a été prouvée par mes expériences, avant qu'elle n'ait été reconnue par M. Ch. Viollette lui-même. »

---

rées des autres aluns, par exemple de l'alun de thallium; que le sulfate de soude fait cristalliser les solutions sursaturées de séléniate et de chromate de soude.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 171.

(2) *Mémoires de la Société des Sciences de Lille*, 2e série, t. VII, p. 185; 1860.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Modifications du spectre de la chlorophylle sous l'influence des alcalis;* Note de M. J. CHAUTARD, présentée par M. Pasteur.

« L'action que les alcalis exercent sur la chlorophylle, étudiée par M. Fremy dans ses belles recherches sur la composition chimique de la matière verte des plantes, peut se caractériser facilement au spectroscope à l'aide de certaines particularités, aussi curieuses qu'imprévues, qui n'ont point été indiquées jusqu'ici.

» Si l'on traite une dissolution alcoolique de chlorophylle par quelques gouttes d'une solution de potasse caustique ou par l'ammoniaque, il ne se manifeste en apparence aucun changement bien profond. La couleur de la dissolution reste la même et les quatre bandes de la première région du spectre ne semblent nullement altérées; mais, en opérant à chaud, avec la potasse surtout, les choses se passent différemment et le résultat est tellement précis qu'il constitue un des caractères fondamentaux du spectre de la chlorophylle.

» En supposant toujours l'appareil réglé comme je l'ai indiqué dans une Note précédente, la bande noire spécifique du rouge se dédouble en deux raies, fixes de position, mais dont la largeur et l'intensité dépendent d'une action plus ou moins prolongée. Les autres raies propres à la chlorophylle ont en même temps disparu à peu près complètement.

» On peut arriver à ce résultat, soit en faisant bouillir une dissolution alcoolique de chlorophylle avec un petit fragment de potasse; soit, et mieux encore, en traitant directement des feuilles (lierre, mercuriale, choux, jusquiame, belladone, pariétaire, etc.) par de l'eau à l'ébullition contenant $\frac{1}{100}$ de potasse. L'eau, qui dans les conditions ordinaires ne retient que quelques millièmes de son poids de chlorophylle, ainsi que je m'en suis assuré à diverses reprises, en dissout ici une plus grande quantité et prend une teinte olive foncée. Le spectre de la dissolution offre le dédoublement de la raie noire propre au rouge; une première portion apparaît de 19 à 22 degrés du micromètre, une seconde se montre de 26 à 29 degrés, se détachant l'une et l'autre sur la teinte rouge vif qui les précède, les sépare et les suit.

» En traitant par l'alcool les feuilles qui surnagent la dissolution précédente, on reconnaît sur le spectre de la teinture verte ainsi obtenue un dédoublement identique, sinon plus net, de la même bande. Mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est l'impressionnabilité de la liqueur sous l'influence de divers réactifs.

» Ainsi, vient-on à verser dans ce liquide quelques gouttes d'acide acétique concentré, immédiatement la double raie s'évanouit, les deux bandes noires se rejoignent en se resserrant de 21 à 28 degrés environ. Si l'on fait suivre cette addition d'acide acétique de celle d'un peu d'ammoniaque, aussitôt les deux bandes réapparaissent comme précédemment; une nouvelle quantité d'acide acétique les ferait se rejoindre; puis elles se reformeraient à l'aide de l'ammoniaque, et cela cinq à six fois de suite, jusqu'à ce que la teinte de plus en plus pâle des bandes mette obstacle à leur manifestation. Enfin, si, après la première ou la seconde saturation par l'ammoniaque, on abandonne quelques heures le liquide à lui-même, on voit surgir une troisième bande vers 18 degrés. Ces trois raies, séparées par un intervalle rouge de 1 ou 2 degrés du micromètre, possèdent ordinairement la même intensité; cependant il m'est arrivé parfois de constater sur l'une d'elles quelque différence, sans trop pouvoir assigner la cause de cette anomalie.

» Le sulfhydrate d'ammoniaque, par une action prolongée de quelques jours sur la teinture alcaline de chlorophylle, donne également naissance à la troisième bande.

» Si l'on remplace l'acide chlorhydrique par l'acide acétique, il peut se faire que l'une des trois raies vienne à manquer tout à fait; elle est remplacée alors par une autre bande située dans une région différente du spectre; toutefois, dans ce cas, l'instabilité de cette raie est telle, qu'il m'est difficile de donner une conclusion générale, tant pour l'apparence que pour le mode de production du phénomène.

» Au contraire, la production des deux raies par la potasse réussit toujours à merveille, non-seulement sur la chlorophylle fraîche, mais encore sur celle qui a subi l'action du temps, de l'air, des acides, ou qui se trouverait accidentellement mélangée à divers produits. C'est là le fait important et pratique que je désire faire ressortir de ce travail. On peut rencontrer effectivement, sur les spectres que j'ai signalés dans une autre Communication et obtenus à l'aide de teintures de matières excrémentiticlles, les raies propres à la chlorophylle mélangées à celles de la bile; or il suffira d'un traitement par la potasse pour opérer la distinction des secondes d'avec les premières.

» Ces phénomènes, bien sensibles à l'aide de la flamme d'un simple bec de Bunsen, acquièrent une grande netteté en agissant avec une lampe modérateur ou un bec à couronne dont la flamme est renvoyée, au moyen d'une lentille, sur la dissolution placée devant la fente du spectroscope. Ils

gagneraient peu si l'on employait un plus fort éclairage, tel que celui d'une lampe de Drummond ou de Bourbouze, indispensable au contraire lorsqu'on veut examiner les bandes de la chlorophylle dans les régions bleues et violettes du spectre.

» En terminant, et comme appendice à cette Note, je me permettrai de signaler encore à l'Académie les magnifiques raies de la teinture d'*Hypericum perforatum*. Cette teinture doit sa belle couleur rouge à une résine particulière se caractérisant par *cinq* bandes obscures légèrement estompées sur les bords et d'une alternance parfaitement régulière. Ce spectre, par son éclat, rappelle celui de certains gaz et constitue, en projection, une des plus belles expériences de cours que l'on puisse réaliser. »

CHIMIE. — *Application de l'ozone concentré à l'étude de la Chimie organique: ozobenzine;* Note de MM. **A. Houzeau** et **A. Renard**, présentée par M. Cahours.

« Les procédés employés jusqu'à ce jour pour déterminer des phénomènes d'oxydation, en Chimie organique, consistent généralement à faire usage de composés riches en oxygène, tels que l'acide chromique, l'acide azotique, ou des mélanges capables de dégager de l'oxygène à des températures plus ou moins élevées (acide sulfurique et peroxyde de manganèse ou bichromate de potasse, etc.). Il en résulte parfois que l'action oxydante se complique de l'action même des éléments constitutifs de ces mélanges et qu'elle peut encore être dénaturée, dans ses effets primordiaux, par la chaleur employée pour dégager l'oxygène. Il est évident que des produits d'oxydation qui seraient instables, par exemple à + 80 degrés, passeraient inaperçus et ne pourraient exister dans des produits formés à une température bien supérieure. A plus forte raison en serait-il de même pour des substances oxydées qui s'altèrent à la température ordinaire.

» Pour ces motifs, nous avons pensé que l'emploi, à de faibles températures, d'un oxydant neutre et aussi énergique que l'ozone concentré, et que l'un de nous continue de croire être l'état primitif sous lequel l'oxygène se rencontre dans les combinaisons, pourrait servir à effectuer, par voie directe, de nombreuses oxydations, sans autre complication possible que l'action même de l'oxygène sur les produits obtenus.

» La facilité même avec laquelle on prépare l'ozone concentré, avec un simple tube que chacun peut construire, nous permet d'espérer que désormais l'instrument et l'agent oxydant qu'il fournit entreront dans la pra-

tique des laboratoires. Nous avons, d'ailleurs, été encouragés à suivre cette voie par les conseils de M. Cahours. Les quelques résultats nouveaux, obtenus par l'emploi de cette méthode d'oxydation par voie directe, justifient déjà cette prévision.

» La première partie de notre travail comprend l'étude de l'action de l'ozone sur les carbures d'hydrogène. Nos essais ont porté sur les premiers termes des trois séries suivantes : $C^{2n}H^{2n-6}$; $C^{2n}H^{2n}$; $C^{2n}H^{2n+2}$.

» *Action de l'ozone sur la benzine*, $C^{12}H^{6}$ ($C6H^{6}$) *ozobenzine*. — En faisant réagir de l'ozone concentré sur de la benzine pure, bouillant à 81 degrés, elle se transforme bientôt en produits acides, parmi lesquels se rencontrent les acides formique et acétique. En même temps, il se dépose un corps solide, d'aspect gélatineux, que nous désignerons, jusqu'à ce que sa fonction chimique nous soit connue, sous le nom de *ozobenzine*, qui rappelle au moins son origine.

» Desséchée dans le vide, l'ozobenzine se présente sous forme d'un corps solide, blanc, amorphe. C'est une substance éminemment explosible. Elle détone avec violence sous l'influence du choc ou de la chaleur seule; elle est pour cette raison dangereuse à manier. Quelques décigrammes qu'on fait détoner produisent une telle commotion dans l'air, que les vitres de l'appartement sont infailliblement brisées. Aussi ne doit-on en faire usage, pour ces expériences, qu'à la dose de 3 à 5 milligrammes.

» L'ozobenzine est peu stable; abandonnée dans l'air, dans l'acide carbonique, ou dans le vide, elle s'altère rapidement et se transforme d'abord en un corps gluant, puis en un liquide jaunâtre, sirupeux, riche en acide acétique.

» L'eau la dissout en l'altérant. Cette dissolution brunit au contact des alcalis, soude ou ammoniaque. Parmi les produits de la décomposition aqueuse de l'ozobenzine, on constate la présence des acides acétique, formique, ainsi que celle d'un acide solide très-soluble, se colorant en brun par la potasse ou la soude et réduisant à froid le nitrate d'argent. Il se forme, en outre, un composé doué d'une odeur agréable et sans aucune réaction acide.

» *Action de l'ozone sur l'éthylène* $C^{4}H^{4}$ ($C^{2}H^{4}$), *combustion instantanée*. — Un mélange d'hydrogène bicarboné et d'ozone détone violemment sans le concours de la lumière, de la chaleur ou de l'électricité. Il suffit d'opérer avec de l'ozone assez concentré. Celui que nous employons contient, en minimum, ainsi que l'un de nous l'a déjà indiqué, 60 milligrammes

d'ozone (1) par litre d'oxygène ayant traversé le tube ozoniseur à simple ou double effet. (Dosage contrôlé par la méthode de M. Paul Thenard.)

» On répète sans danger cette expérience dans les cours publics, en faisant arriver lentement dans un tube un peu large (diamètre = 8 à 10 millimètres) un courant d'hydrogène bicarboné obtenu par la réaction de l'acide sulfurique sur l'alcool ; puis, à l'aide d'un autre tube plus étroit et pénétrant d'environ un centimètre dans le tube rempli d'éthylène, on dirige assez lentement un courant d'ozone le plus concentré possible, tel qu'il sort directement de l'appareil ozoniseur. A chaque bulle d'ozone qui arrive, une détonation se produit. En général, la combustion vive de l'éthylène est précédée de vapeurs blanches qui proviennent de la combustion lente du gaz.

» En remplaçant l'ozone concentré par l'ozone faible, on confirme la production de l'acide formique signalée par M. Schœnbein, en même temps qu'on constate la formation d'intenses vapeurs blanches complétement absorbables par une solution étendue d'acide sulfurique. En outre, nous nous sommes assurés qu'il se produisait de l'acide carbonique.

» *Action de l'ozone sur l'hydrure de méthyle* $C^2H^4C(CH^4)$. — A la température ordinaire, l'action de l'ozone paraît être nulle sur l'hydrure de méthyle, du moins dans les conditions où nous avons opéré.

» Nous poursuivons ces recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur l'anthracénamine;* par M. T.-L. PHIPSON.

» J'ai obtenu cette nouvelle base de la manière suivante :

» On ajoute de l'anthracen en poudre, peu à peu, en remuant, et en aussi grande quantité que possible, à un peu d'acide nitrique ordinaire, contenu dans une capsule qu'on peut refroidir au besoin. On obtient une masse molle, brun rougeâtre, qui fond aisément, qui peut être tirée en longs filaments jaune d'or, et qui se dessèche en une masse résineuse brun rougeâtre. Cette substance contient une certaine quantité de mononitranthracen $C^{28}H^9AzO^4$, soluble dans l'alcool, d'où il cristallise en petites aiguilles jaunes. (Si l'on fait bouillir avec un excès d'acide, on obtient plusieurs autres produits et beaucoup d'oxanthracen.)

» On lave le produit et on l'introduit dans une fiole avec de l'étain et de

(1) A la température ordinaire et en ne tenant compte que de la partie de l'ozone qui se fixe sur l'iodure de potassium ou l'acide arsénieux.

l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau, et l'on fait bouillir doucement pendant une demi-heure ou une heure, suivant les quantités, puis on filtre. La liqueur filtrée est une solution aqueuse de chlorure d'anthracénamine et de chlorure d'étain. J'ai extrait l'anthracénamine de cette solution, au moyen de la potasse en excès, qui dissout l'oxyde d'étain et laisse la base organique, mais il faut répéter l'opération deux fois pour enlever tout l'étain.

» L'anthracénamine ainsi obtenue se présente sous forme d'un corps pulvérulent, jaune très-pâle, formant des sels solubles et cristallisables avec les acides chlorhydrique et sulfurique. Il est très-soluble dans l'alcool, d'où l'eau le précipite plus ou moins, et n'est que légèrement soluble dans l'eau; son odeur est faible, mais son goût est poivré et persistant, comme celui d'une substance encore inconnue, qui existe dans les feuilles de l'*Arum maculatum*. Les sels acides, même assez étendus, traités par quelques grains de bichromate de potasse, prennent une belle couleur vert d'émeraude et précipitent une poudre de cette couleur, soluble dans l'alcool. (Cette solution, examinée au spectroscope, n'a présenté aucun caractère particulier.) Cette réaction du bichromate de potasse est caractéristique de l'anthracénamine; elle ne se fait pas avec l'oxyde puce de plomb, ni avec l'hypochlorite de chaux, qui paraît donner un corps chloré, brun et huileux, mais elle se produit bien avec l'acide nitrique concentré.

» D'après la quantité d'azote trouvé, je conclus que la composition de l'anthracénamine est $C^{28}H^{11}Az$. Par l'oxydation au moyen du bichromate, elle passe à l'état d'une nouvelle substance basique. Comme la naphtalamine et ses sels, l'anthracénamine est assez facilement altérée. Il y a environ deux ans que je l'ai obtenue pour la première fois, mais je ne puis encore lui consacrer assez de temps pour l'étudier complétement.

» En traitant par l'acide chlorhydrique l'huile verte extraite par la pression de l'anthracen brut, j'ai obtenu également une base ayant des propriétés et une composition fort semblables, sinon identiques, à celles de l'anthracénamine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés du tétrachlorure de naphtaline;* 2ᵉ Note de M. E. GRIMAUX, présentée par M. Wurtz.

« Le tétrachlorure de naphtaline, soumis à l'ébullition pendant quelques jours avec trente fois son poids d'eau, se saponifie partiellement en donnant une sorte de glycol, soluble dans l'eau, de la formule $C^{10}H^{8}Cl^{2}(OH)^{2}$,

ainsi que je l'ai démontré l'an dernier (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 351, 1872). J'ai décrit les éthers diacétique et dibenzoïque, qui prouvent la fonction d'alcool diatomique de ce corps, désigné sous le nom de *glycol naphthydrénique bichloré*.

» Il était important de voir si l'on arriverait à remplacer le chlore, soit par l'oxhydrile, de manière à obtenir un alcool tétratomique, soit par l'hydrogène, pour former le glycol naphthydrénique $C^{10}H^{10}(OH)^2$. Les recherches entreprises à ce sujet ont donné des résultats différents de ceux qu'on pouvait prévoir, et ajoutent des faits intéressants à l'histoire des composés d'addition de la série aromatique.

» Lorsqu'on soumet à la distillation une solution de glycol naphthydrénique bichloré avec de la poudre de zinc, il passe immédiatement avec les vapeurs d'eau des aiguilles blanches et légères. Ce composé ayant été purifié par la sublimation ou par plusieurs cristallisations dans l'eau bouillante, on a reconnu qu'il est identique avec l'α-naphtol $C^{10}H^7OH$, obtenu jusqu'à présent par la fusion des sulfonaphtalates avec la potasse. Cette identité a été mise hors de doute par l'examen comparatif des propriétés de ce corps et du naphtol : point de fusion à 96 degrés, solubilité dans l'eau, sublimation, coloration en violet par le chlorure de chaux, et enfin par l'analyse, qui a donné les chiffres exigés par la formule $C^{10}H^8O$. La production de l'α-naphtol par l'hydrogénation de $C^{10}H^8Cl^2(OH)^2$ est représentée par l'équation

$$C^{10}H^8Cl^2\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right. + H^2 = C^{10}H^7OH + 2HCl + H^2O.$$

» La transformation est presque totale sans qu'il se forme de produits secondaires. Il est assez singulier de voir un phénol se produire dans une action hydrogénante.

» Quant à l'action des alcalis sur le corps $C^{10}H^8Cl^2(OH)^2$, elle n'a pas donné de résultats satisfaisants : avec la potasse ou l'eau de baryte, qu'on opère en présence de l'air ou dans une atmosphère de gaz d'éclairage, on obtient toujours une résine rougeâtre, friable, fusible au-dessus de 100 degrés, insoluble dans l'eau, soluble dans les alcalis, la benzine, l'éther, l'alcool, mais qui a refusé de cristalliser; aussi n'en a-t-on pas poursuivi l'étude.

» On a alors essayé d'enlever le chlore par l'action de l'eau à une haute température. Si l'on chauffe pendant vingt-quatre heures, à 150 degrés, une partie de $C^{10}H^8Cl^2(OH)^2$ avec 30 parties d'eau, on constate, par un

dosage acidimétrique, que la totalité du chlore a été mise en liberté à l'état d'acide chlorhydrique. La majeure partie du produit est transformée en une résine noire, cassante, fusible à 180 degrés, et la solution aqueuse renferme un composé cristallisé en petites aiguilles qu'on retire en distillant la solution jusqu'à ce qu'elle soit réduite au sixième de son volume primitif, la laissant refroidir, recueillant rapidement les cristaux sur un filtre, les comprimant et les desséchant dans le vide.

» On obtient ainsi une masse jaune ou légèrement rosée, de petites aiguilles, qui me paraissent être l'oxynaphtol ou hydronaphtoquinone

$$C^{10}H^{6}(OH)^{2}.$$

» Ce corps est excessivement altérable : il se dissout dans l'eau, mais ses solutions évaporées à l'air libre rougissent et déposent des matières résineuses insolubles. Il se dissout dans l'éther, mais il ne peut en être retiré sans altération. Les solutions éthérées, évaporées même dans un courant d'acide carbonique, se colorent peu à peu et laissent une masse rouge mêlée de cristaux.

» Il se dissout dans les alcalis, les carbonates alcalins, l'eau de chaux, l'eau de baryte, en s'oxydant immédiatement et donnant des solutions d'un rouge foncé. Ces solutions sont décolorées par les agents réducteurs, poudre de zinc, glucose, et se colorent de nouveau par l'agitation à l'air.

» La solution d'oxynaphtol additionnée de chlorure ferrique s'oxyde en précipitant des flocons d'un jaune brun, qui se dissolvent dans les alcalis en donnant la même coloration rouge, mais sans exiger l'intervention de l'air. Elle réduit, à froid, l'azotate d'argent, et à l'ébullition le tartrate cupropotassique.

» L'oxynaphtol, soumis à l'action de la chaleur, se colore en brun violet déjà au-dessous de 100 degrés, puis se transforme en une résine noire, fusible à 180 degrés.

» J'ai dit que ce corps me paraît être l'hydronaphtoquinone, d'après l'ensemble de ses propriétés et d'après ce fait, que, dans l'action de l'eau sur $C^{10}H^{6}Cl^{2}(OH)^{2}$, la totalité du chlore est mise en liberté à l'état d'acide chlorhydrique. Il prendrait naissance en vertu des équations suivantes, supposant l'existence passagère d'un composé intermédiaire $C^{10}H^{12}O^{4}$:

$$C^{10}H^{6}Cl^{2}\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right. + 2H^{2}O = C^{10}H^{6}(OH)^{4} + 2HCl,$$

$$C^{10}H^{6}(OH)^{4} = C^{10}H^{6}(OH)^{2} + 2H^{2}O.$$



» Malheureusement je n'ai pu avoir d'analyses satisfaisantes; la petite quantité de ce produit [20 grammes de $C^{10}H^{8}Cl^{2}(OH)^{2}$ en donnent moins d'un gramme], la difficulté de le purifier ne m'ont pas permis de l'obtenir à l'état de pureté absolue. Comme il cristallise dans une solution renfermant de l'acide chlorhydrique, il retient des traces de chlore et les analyses ont toujours donné un déficit de 2 à 2,5 pour 100 de carbone.

» Si l'on considère la manière dont se comporte le glycol naphthydrénique bichloré avec l'acide chlorhydrique, qui fournit le naphtol chloré $C^{10}H^{6}Cl$, OH, comme il a été dit dans un premier Mémoire, avec l'hydrogène et avec l'eau, on voit que les composés d'addition de la naphtaline sont peu stables et qu'ils passent facilement au groupement solide de la naphtaline, $C^{10}H^{8}$.

Naphtaline....................	$C^{10}H^{8}$
Naphtol......................	$C^{10}H^{7}$, OH
Naphtol chloré................	$C^{10}H^{6}Cl$, OH
Oxynaphtol...................	$C^{10}H^{6}$, $(OH)^{2}$.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie*; 9e Note de M. P. Bert, présentée par M. Claude Bernard.

« J'ai montré, dans ma 6e Note (*Comptes rendus*, 19 août 1872), que les accidents qui frappent soudainement les hommes et les animaux ramenés avec trop de rapidité d'une pression de plusieurs atmosphères à la pression normale sont dus au retour à l'état libre de l'azote, qui s'était dissous en excès dans leur sang.

» Les bulles de gaz peuvent n'intercepter la circulation que dans certains points du corps, et en particulier dans la région lombaire de la moelle épinière, d'où résultent des paraplégies et des ramollissements ; mais lorsqu'elles apparaissent en quantité suffisante, elles obstruent les poumons, gonflent et arrêtent le cœur, causant ainsi une mort plus ou moins rapide.

» Depuis la présentation de cette Note, j'ai vu que le danger de la décompression brusque varie suivant les espèces animales et même d'une façon souvent très-remarquable, dans une même espèce, suivant les individus. Ainsi, pour les moineaux, la mort subite ne survient guère avant 11 atmosphères; pour les lapins et les chats, la limite est d'environ

9 atmosphères; pour les chiens, elle oscille entre 7 et 8. Il semble que le danger soit d'autant plus redoutable que l'espèce atteint une plus grande taille: or, chez l'homme, on a constaté des accidents mortels dès 5 atmosphères.

» Chez les chiens, la règle est que la paraplégie survient vers 7 atmosphères, et la mort vers 7 $\frac{1}{2}$. Il y a cependant des exceptions, et la plus remarquable m'a été fournie par une chienne qui a supporté, sans accidents sérieux, des décompressions brusques partant de 7 $\frac{1}{2}$, 8 et même 8 $\frac{1}{2}$ atmosphères.

» Je me suis attaché à rechercher l'explication de ces étranges inégalités. J'ai constaté d'abord que le sang artériel d'un chien qui respire de l'air à la pression normale est à peu près saturé d'azote, à la même pression. Aussi, en recueillant avec soin, sous le mercure, le sang de chiens soumis à des pressions croissantes, j'ai vu les bulles de gaz commencer à apparaître aux environs de 3 atmosphères. Cependant, les accidents ne se manifestent que vers 7 atmosphères. Il y a donc, entre 3 et 7 atmosphères, une période dans laquelle le sang des chiens décomprimés doit contenir des gaz libres, sans que les animaux paraissent en souffrir. C'est sans doute parce que ces bulles sont tellement fines qu'elles peuvent traverser sans encombre les capillaires, jusqu'à ce qu'elles arrivent à disparaître. Il n'en est pas moins vrai que les animaux sont, dans cette période, sous la menace imminente de dangers plus ou moins graves; et, si mes expériences avaient été plus nombreuses, je ne mets pas en doute que certains accidents ne se fussent manifestés, à des pressions relativement basses. C'est ce qu'on voit chez les plongeurs et les ouvriers des tubes, dont quelques-uns sont paralysés ou même tués par des décompressions qui n'incommodent pas sérieusement les autres, dont certains succombent un jour à des décompressions qu'ils avaient déjà impunément subies. Dans cette période, il suffit que les bulles se collectent d'une façon particulière, sous l'influence de circonstances secondaires, pour que les accidents surviennent.

» Je ne me tenais cependant pas pour satisfait de ces explications, et m'efforçais de serrer de plus près ce problème complexe, lorsqu'il m'arriva un accident qui me force à interrompre pour un certain temps mes travaux, et qui me détermine à présenter aujourd'hui à l'Académie des faits non complétement élucidés.

» J'avais placé un chien sous une pression de 10 atmosphères qui, après une heure de séjour, n'était plus que 9 $\frac{1}{2}$ environ, lorsque l'une des plaques de verre par laquelle je venais d'examiner l'animal, bien portant à ce

moment se brisa avec une forte explosion; l'appareil fut arraché de ses supports et projeté par un violent recul.

» Je n'ai pas besoin de dire que l'animal fut instantanément tué; ses vaisseaux étaient, comme à l'habitude, remplis de gaz; mais pour la première fois je trouvai des gaz dans la cavité du ventre, qui en était gonflé, avec un emphysème général du tissu cellulaire sous-cutané et intra-musculaire. Ainsi les gaz qui doivent redevenir libres peuvent s'emmagasiner non-seulement dans le sang, mais dans les autres sucs de l'économie; si je ne les avais pas vus jusqu'ici, c'est que la décompression n'avait pas été suffisamment brusque, ou que les animaux n'étaient pas restés assez longtemps sous pression. Dans tous les cas, les horribles démangeaisons que les ouvriers des tubes désignent sous le nom de *puces*, les gonflements musculaires qu'ils appellent *mouton*, me paraissent devoir être rapportés à une légère infiltration gazeuse du tissu cellulaire.

» Je regrette d'autant plus l'interruption de mes travaux, que j'étudiais précisément les moyens de prévenir les accidents de la décompression et d'en conjurer les redoutables conséquences. Bien que mes résultats soient encore incomplets, je crois qu'ils présentent déjà une utilité pratique qui m'impose le devoir de les faire connaître dès aujourd'hui.

» Comment prévenir les accidents? Évidemment par une décompression prudente et mesurée. Lorsqu'on arrive à 9 ou 10 atmosphères, il faut, pour mettre l'animal à l'abri de tout danger, que la décompression marche avec une lenteur d'au moins 12 minutes par atmosphère. Il m'a semblé trouver quelque avantage à ne pas décomprimer très-régulièrement, mais à procéder par chutes brusques de 1 à 2 atmosphères, en laissant l'animal pendant un certain temps à l'équilibre : on gagnerait ainsi quelques minutes au total.

» Les accidents survenus, la paralysie commençante, la mort imminente, peut-on conjurer ce formidable danger, et comment? La première idée qui s'est présentée à moi a été de recomprimer l'animal, afin de redissoudre les gaz devenus libres; il aurait ensuite suffi de le décomprimer plus prudemment. Je crois l'idée bonne, mais mes appareils ne m'ont pas permis de la réaliser : il me fallait une heure pour remonter à 10 atmosphères, et l'animal était mort avant. Je pense cependant qu'il y a là un procédé utilisable, surtout chez les plongeurs, qu'on peut instantanément redescendre dans les profondeurs de la mer.

» Désarmé de ce côté, j'ai dû chercher autre chose. Pourquoi la mort arrive-t-elle? Parce que les bulles d'azote s'emmagasinent dans le cœur

droit et dans les artères pulmonaires. Elles restent là, sans se dissoudre, parce que le sang est saturé d'azote, sans se diffuser, parce que l'air des alvéoles contient $\frac{4}{5}$ d'azote; mais j'étais en droit d'espérer, en faisant respirer à l'animal un gaz ne contenant pas d'azote, que la diffusion s'opérerait assez vite peut-être pour permettre à la circulation pulmonaire de se rétablir et à l'animal d'échapper au péril.

» C'est ce qui est arrivé : j'ai fait respirer de l'oxygène à peu près pur à des chiens déjà paralysés complétement, dont le cœur faisait entendre un bruit très-fort de gargouillement, dont la veine jugulaire mise à nu se montrait gonflée par le gaz; j'ai vu très-rapidement alors les bulles gazeuses de la jugulaire diminuer de volume, puis disparaître, les bruits du cœur redevenir normaux, l'animal retrouver une respiration régulière et échapper à la mort qui menaçait de le frapper rapidement.

» Cependant elle survenait parfois au bout de plusieurs heures de paralysie; dans d'autres cas, l'animal demeurait paraplégique. L'autopsie me donnait la raison de cette persistance des phénomènes morbides. Dans le système circulatoire général, le gaz libre avait disparu; mais dans les centres nerveux on voyait les petits vaisseaux pleins de bulles gazeuses, séparées par des index de sang. Il est évident que la circulation locale de ces organes si importants s'était arrêtée, que les bulles de gaz n'avaient pu être ramenées dans la circulation générale, d'où la paralysie et la mort.

» Mais, comme la vie des animaux n'est plus menacée à bref délai, j'avais pensé à les guérir en faisant suivre l'emploi de l'oxygène de celui de la recompression; j'espérais, diminuant ainsi le volume des bulles, permettre à la circulation de se rétablir, et le reste n'était plus qu'une question de prudence dans la décompression. Malheureusement, l'accident dont j'ai parlé plus haut ne me permettra pas, d'ici à un assez long temps, de réaliser l'expérience.

» Dès maintenant, cependant, je me sens autorisé à conseiller aux armateurs, aux ingénieurs, dont les plongeurs et les ouvriers sont exposés aux accidents signalés, d'employer l'oxygène et de faire respirer ce gaz à leurs hommes, après la décompression, dès qu'un certain malaise pourra faire craindre quelque chose de plus grave. Ils pourraient ensuite, avec plus de tranquillité, essayer de la recompression; mais la respiration d'oxygène constitue un remède simple, peu coûteux, d'un emploi facile, d'une innocuité parfaite, et qui, employé à temps, préviendra, j'en suis persuadé, bien des catastrophes.

» J'ajouterai que cette méthode de traitement me paraît devoir s'appliquer avec succès aux accidents dus à l'introduction de l'air dans les veines. J'ai commencé des expériences dans ce sens ; mais ceux qui savent quelles difficultés d'appréciation elles présentent me pardonneront de ne pas risquer de me compromettre par des affirmations prématurées; en tous cas les chirurgiens pourraient, à l'occasion, essayer de ce moyen : il a l'avantage d'être complétement inoffensif. »

ZOOLOGIE. — *Exploration bathymétrique de la fosse du cap Breton;* Note de MM. P. FISCHER et DE FOLIN, présentée par M. Blanchard.

« Dans la campagne de 1872, nous avons surtout cherché à explorer complétement une seule partie de la fosse du cap Breton, à toutes ses profondeurs, afin d'arriver, en continuant nos travaux pendant quelque temps encore, à une connaissance plus précise de toute cette région géographique. Nos draguages les plus récents ont été exécutés sur vingt-neuf points et à des profondeurs variant entre 12 et 180 brasses; ils eussent été plus nombreux sans la perte d'une drague que nous avons abandonnée par 45 brasses de fond.

» Voici la liste des animaux les plus intéressants que nous ayons rencontrés; ils sont groupés d'après la profondeur des zones qu'ils habitent.

» *Première zone*, de 12 à 35 brasses. — Les fonds que l'on atteint, dans ces limites, sont sablonneux, à l'exception d'un seul point où l'on touche sur des roches par 25 brasses. Les Mollusques les plus abondants sont des *Ringicula*, *Cylichna*, *Eulimella*, *Chemnitzia*, *Lucina*, *Pandora*, *Thracia*, *Rissoa*, *Dischides*, etc., mais dans le nombre se trouvent quelques espèces que nous n'avions pas encore signalées, ou qui sont nouvelles pour la science; nous citerons : *Kellia Mac-Andrewi*, Fisch., espèce déjà draguée au large en dehors d'Arcachon ; *Sportella recondita* nov. sp., forme très-intéressante et représentant à l'état vivant un genre fossile du bassin de Paris; *Lepton glabrum* nov. sp., *Lepton subtrigonum* Jeffreys et *Lepton lacerum* Jeffreys; ces deux *Lepton* ont aussi été recueillis durant l'expédition du Porcupine, par M. Jeffreys, qui a identifié nos exemplaires avec les siens; nous les avons retrouvés encore dans les draguages opérés près de Gijon (Asturies), à partir de 18 brasses. Enfin nous mentionnerons parmi les autres mollusques rares : *Pholadidea papyracea*, *Lucinopsis undata*, *Solarium fallaciosum*, etc.

» Les crustacés nous ont présenté deux formes nouvelles pour la faune française : l'*Ebalia Pennanti*, que nous cherchions depuis longtemps sans

succès, et, à notre grande surprise, le *Lambrus Massena,* que nous croyions propre à la Méditerranée; nous l'avons dragué de nouveau à une profondeur un peu plus grande (45 brasses). Les Ostracodes sont des *Cythere* et des *Loxoconcha.* Parmi les Annélides, M. Vaillant a reconnu une belle espèce de *Sigalion*, qu'il croit nouvelle.

» *Deuxième zone*, de 40 à 90 brasses. — Fonds variables, tantôt rocheux, tantôt sablonneux ou vaseux.

» Parmi les mollusques acéphales, nous avons obtenu les *Lepton glabrum, L. subtrigonum, Sportella recondita*, déjà signalés à des profondeurs moindres et accompagnés ici de deux formes nouvelles très-remarquables et appartenant également à la famille des *Kelliidæ ;* ce sont les *Scintilla crispata* et *Hindsia Jeffreysiana.* Le genre *Hindsia*, comme le genre *Sportella*, a été institué pour des coquilles éocènes, et le voilà trouvé à l'état vivant sur les côtes de France. Nous l'avons également obtenu sur les côtes des Asturies. Quant au *Scintilla crispata*, il rappelle à la fois, par sa forme, des espèces éocènes et des formes vivantes des Philippines; c'est en effet dans le grand Océan que les *Scintilla* atteignent leur maximum de développement et l'on ne soupçonnait pas leur présence dans nos régions tempérées. Nous citerons, parmi les autres Acéphales, une nouvelle espèce de *Kellia*, voisine du *K. Geoffroyi;* une valve de *Neæra cuspidata*, draguée par 80 brasses, les *Lucina radula, L. spinifera*, et *Tellina compressa* Brocchi, coquille qui n'était connue qu'à l'état fossile et qu'on commence à recueillir par de grandes profondeurs dans la Méditerranée et dans la fosse du cap Breton.

» Les fragments de roches ramenés par la drague sont criblés de mollusques saxicoles, plus ou moins déformés : *Gastrochæna modiolina, Saxicava rugosa, Sphenia Binghami, Kellia suborbicularis, Thracia distorta, Coralliophaga lithophagella, Acta lactea, Arca tetragona, Pecten pusio, Anomia ephippium, Crenella Petagnæ.* Ces Mollusques s'étaient développés successivement dans l'intervalle des valves des anciens propriétaires des excavations et nous avons ainsi trouvé jusqu'à cinq coquilles emboitées les unes dans les autres et occupant une seule cavité de roche. Des astéries stationnaient sur ces roches et y trouvaient sans doute une nourriture abondante.

» Les Gastéropodes ne nous ont offert que peu d'espèces nouvelles pour la faune française, à l'exception cependant d'une espèce de *Cæcum* qui constitue une section particulière dans le genre; sa surface est recouverte de nombreuses épines, légèrement recourbées à l'extrémité, et à courbure dirigée vers le sommet. Nous l'appellerons *Cæcum spinosum.* Citons encore

une espèce méditerranéenne, *Fossarus costatus*, et un *Truncatella* propre au golfe de Gascogne, *Tr. Juliæ*.

» A la suite de nos sondages de 1870, nous avons annoncé la découverte, sur les côtes occidentales de France, d'un Ptéropode du genre *Cleodora*; en 1872 nous avons eu la satisfaction d'obtenir un deuxième représentant de ce groupe de Mollusques, l'*Hyalæa inflexa* Lesueur, espèce qui pénètre souvent dans la Méditerranée.

» Parmi les Echinodermes, nous avons dragué une ophiure des mers d'Angleterre : l'*Ophiactis Balli* Thompson, et une des plus curieuses Holothuries des mers du Nord : le *Thyone fusus* Müller (*H. papillosa* Abildgaard).

» Les Rayonnés et les Foraminifères ne nous ont pas offert de formes nouvelles.

» *Troisième zone*, 180 *brasses*. — A cette profondeur, le fond est une vase molle, habitée par une faune assez peu variée. Comme dans mes explorations précédentes, nous retrouvons des Annélides en grand nombre, des tubes de *Pectinaria*, des Échinodermes : *Brissopsis lyrifer* Forbes, *var. Biscayensis*, et *Amphiura Chiajei* Forbes, ophiure de la Méditerranée; parmi les mollusques, les *Nassa semistriata*, *Tellina compressa*, *Syndosmya alba*, etc. La vase renfermait une grande quantité de débris végétaux terrestres : graines, feuilles, tiges, etc. Nous notons ce fait comme un indice qui permettrait de croire ou que les courants amènent dans ces grands fonds des matières organiques disséminées aux alentours, précipitées ensuite sur ce point par l'effet d'un remous, ou que nous avons atteint des couches déposées dans la fosse du cap Breton par l'Adour, à l'époque où il débouchait au cap Breton; mais cette dernière hypothèse mérite confirmation.

» En résumé, l'exploration de 1872 augmente sensiblement les richesses de la faune française, et nous fait connaître des formes entièrement nouvelles. Nous croyons qu'il serait nécessaire, pour arriver à compléter nos études, de produire quelques explosions parmi les roches qui, sur plusieurs points, émergent du fond. On pourrait ainsi en rapporter avec la drague des fragments plus ou moins gros, et découvrir des parties du fond abritées par ces roches et où la vie animale doit être très-variée.

» Les opérations du chalut devraient être exécutées avec un filet beaucoup plus grand. Dans ce cas, il serait facile d'établir à quelles profondeurs stationnent les diverses espèces de poissons qui pénètrent dans la fosse, travail qui n'a pas encore été entrepris et qui donnerait peut-être des résultats importants.

» Enfin nous rappellerons que, depuis le commencement de ces recher-

ches, la faune française a été enrichie de plus de 200 espèces qui n'avaient jamais été signalées sur nos côtes, et cependant nous n'avons déterminé ni les Annélides, si nombreuses, ni les petits Crustacés amphipodes et isopodes, ni les Éponges, etc. Il reste donc là un vaste champ d'études ouvert aux travailleurs qui s'intéressent à l'histoire naturelle de la France. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la respiration des Psammodromes;* Note de M. J. Jullien, présentée par M. de Quatrefages.

« Le poumon des Psammodromes est traversé à l'intérieur par des faisceaux musculaires à fibres lisses, très-volumineux, s'anastomosant les uns avec les autres, et formant une sorte de quadrillage en saillie à l'intérieur, qui sert de charpente au tissu pulmonaire proprement dit, comme chez tous les reptiles.

» Ces faisceaux musculaires ont un rôle des plus importants dans la respiration de ces animaux. Ils n'avalent pas l'air comme les batraciens, mais, quand ils respirent, les faisceaux musculaires mentionnés ci-dessus se contractent, comme le ferait le cœur lui-même, l'air est expulsé et, après la contraction, il rentre dans les poumons, grâce à l'élasticité du thorax, aidée sans aucun doute par l'action des muscles élévateurs des côtes; les contractions des muscles thoraciques n'entrent pour rien dans cette expiration, qui n'est absolument due qu'à la contraction des muscles intrinsèques des poumons. Il paraît peu probable d'ailleurs que ces muscles pulmonaires soient soumis à la volonté de l'animal; ils me semblent devoir fonctionner comme les muscles de l'iris, qui se contractent à l'insu de l'animal, et selon l'intensité de la lumière. Quand on regarde respirer un de ces lézards, on voit que le second temps respiratoire, c'est-à-dire le plus long, est l'expiration, suivie immédiatement d'une inspiration brusque. Or, quand un mammifère respire, c'est le contraire qui a lieu : une longue inspiration précède une expiration plus ou moins courte. La respiration des Psammodromes diffère donc profondément, au double point de vue anatomique et physiologique, de celle des mammifères ou des oiseaux. Elle appartient à un type intermédiaire, qui doit prendre sa place au-dessous du type respiratoire des deux classes susnommées et au-dessus du type respiratoire des batraciens.

» Cette observation s'applique à l'expiration chez tous les reptiles munis de poumons. »

MM. F. Boyer et H. Coulet demandent l'ouverture d'un pli cacheté, dé-

posé par eux le 21 février 1870, et relatif à un procédé pour reconnaître la coloration artificielle des vins.

M. le Secrétaire perpétuel, après avoir constaté, en séance, l'intégrité du cachet, procède à l'ouverture de ce pli, et donne lecture du passage suivant :

« Notre procédé est fondé sur la propriété qu'ont les laines amordancées à l'*oxychlorure d'étain* (*mordant d'étain des teinturiers*) de fixer la matière colorante rouge de la cochenille et d'être insensibles au principe colorant des vins naturels; de plus, les laines ainsi amordancées et bouillies dans le vin naturel passent au *vert* quand on les lave dans une eau alcaline ou ammoniacale, et ne changent pas quand il y a même des traces de cochenille ammoniacale. »

M. G. Lebon adresse, par l'entremise de M. Larrey, une Note sur « l'Anatomie et l'Histologie enseignées par les projections lumineuses. »

Le P. Secchi transmet à l'Académie une Lettre du P. *Colombel*, concernant le climat de diverses parties de la Chine, au point de vue de l'installation des observations du passage de Vénus au mois de décembre 1874.

Cette Lettre sera transmise à la Commission du passage de Vénus.

M. Chasles, en déposant sur le bureau le premier numéro du *Bulletin de la Société mathématique de France*, présente les considérations suivantes :

« Diverses Sociétés scientifiques ont fondé, depuis quelques années, des publications périodiques rendant compte de leurs travaux, au grand profit des sciences; telles : la Société de Botanique, de Géologie, de Biologie, de Météorologie, etc., à l'instar de la célèbre Société d'Encouragement, dont les travaux, dans leur variété et leur étendue, ont été d'une si heureuse influence en France et à l'étranger, et ont inspiré diverses autres associations particulières, consacrées aux sciences d'*application*. Les Mathématiques théoriques, base fondamentale, dans toutes leurs parties, des travaux techniques, avaient à désirer une association spéciale, telle que celle qui a été fondée dans ces dernières années, en Angleterre, à l'imitation de la Société astronomique de Londres, qui, depuis les premiers temps de ce siècle, a contribué aux progrès des diverses parties de la Mécanique céleste, et à l'émulation entre les observatoires nombreux de la Grande-Bretagne et ceux de notre continent et de l'Amérique. Indépendamment de la Société mathématique de Londres, nous pouvons citer celles qui viennent

de se former récemment à Moscou et à Prague. Nous sommes heureux de pouvoir dire à l'Académie que notre *Société mathématique* compte à sa naissance cent cinquante membres, et a la confiance que ses efforts mériteront le concours et les encouragements de tous ceux qui reconnaissent l'importance et la haute nécessité, à tous égards, de la culture incessante de toutes les branches des Sciences mathématiques. »

M. le baron **Larrey** présente, de la part de M. le docteur Gordon, délégué inspecteur général des hôpitaux de l'armée anglaise, un livre imprimé en anglais et intitulé : *Leçons d'Hygiène et de Chirurgie, d'après la guerre franco-prussienne.*

« L'auteur, dit M. Larrey, avait été désigné par son gouvernement, avec autorisation du Ministre de la Guerre, pour suivre le service des hôpitaux et ambulances pendant le siége de Paris, où il me fit part de sa mission.

» S'inspirant d'une généreuse pensée de Turenne : « Mon bien le plus » précieux, c'est la santé du soldat », M. Gordon expose successivement, dans son ouvrage, les questions à la fois relatives aux troupes françaises et prussiennes, à savoir : l'hygiène du soldat et toutes les conditions qui s'y rattachent; les exercices militaires et la gymnastique, les marches, les camps et les bivouacs; le service médical dans l'une et l'autre armée; les hôpitaux militaires et leurs dépendances; les ressources improvisées pour les malades et les blessés; les armes et leurs effets; les dispositions prises pour le combat; la chirurgie du champ de bataille; les blessures en général et d'après chaque région du corps; les complications des plaies; les opérations chirurgicales; l'hygiène des blessés; l'alimentation de Paris pendant le siége; l'hygiène publique; les maladies et la mortalité, etc.

» Le livre de M. Gordon, ajoute M. Larrey, est, en définitive, un utile document de plus ajouté à tous ceux qui ont déjà paru sur l'Hygiène et la Chirurgie d'armée, depuis la dernière guerre. »

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 17 février 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémoire sur les formes cérébrales propres à différents groupes de mammifères; par P. GERVAIS. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait du *Journal de Zoologie.*)

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal; vol. I, n°s 1 à 12; vol. II, n°s 1 à 12; vol. III, n°s 1 à 12. Upsal, 1870-1871; 5 br. in-4°

Nova Acta regiæ Societatis Scientiarum upsaliensis; serici tertiæ, vol. VII, fasc. I-II, 1869-1870; vol. VIII, fasc. I, 1871. Upsaliæ, 1869-1871; 3 vol. in-4°.

Upsala Universitets Arsskrift, 1868, 1869, 1870, 1871. Upsala, C.-J. Lundström, 1867-1871; 4 vol. in-8°.

Circular n° 2. *Approved plans and specifications for post hospitals, surgeon general's Office.* Washington, july 27, 1871; in-4°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

War department, surgeon general's Office. Washington, august 17, 1871. Circular n° 3. *Report of surgical cases in the army.* Washington, Government printing Office, 1871; in-4°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Note spettroscopiche sul Sole e gli altri Corpi celesti del P. A. SECCHI. Roma, tip. delle Belle Arti, 1872; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 24 février 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Carte hydrologique et géologique du bassin de la Seine, dressée par M. BELGRAND et publiée sous l'administration de M. Haussmann. Paris, sans date; 39 cartes in-folio.

Service hydrométrique du bassin de la Seine. Observations faites sur les petits cours d'eau. Relations de leurs crues avec celles de la Seine à Paris. Paris, sans date; 77 cartes in-folio.

Notice sur les travaux de M. P. BOILEAU. Versailles, imp. Beaugrand et Dax, 1873; in-4°.

Notes de M. DE CHANCOURTOIS *sur la théorie des soulèvements. Sur les rapports de la géologie et de l'ethnologie. Observations sur la corrélation des gisements de combustibles et des phénomènes d'émanation. Observations sur le fer natif d'Ovifak. Sur la corrélation directe des formations éruptives et des formations sédimentaires, et sur les conséquences de cette corrélation, notamment sur les rapports de l'aragonite et des travertins;* 4 opuscules in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique.*)

Annales de la Société entomologique de Belgique, t. XV. Bruxelles, au siége de la Société (Musée royal d'Histoire naturelle), 1871-1872; in-8°.

L'Architecture du monde des atomes; par M. A. GAUDIN. Paris, Gauthier-Villars, 1873; 1 vol. in-18. (Adressé par l'auteur au Concours Gegner, 1873.)

Principes d'électrothérapie; par le Dr E. CYON. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1873; 1 vol. in-8°.

Des aérophores et de leur application au travail dans les mines; par A. *et* L. DENAYROUSE. Paris, Dunod, 1872; br. in-8°.

Recherches sur le rôle des matières organiques du sol dans les phénomènes de la nutrition des végétaux; par M. L. GRANDEAU; 2e Mémoire. Nancy, impr. Berger-Levrault, 1872; br. in-8°.

L'Année scientifique et industrielle; par L. FIGUIER; 16e année (1872). Paris, Hachette et Cie, 1873; 1 vol. in-12.

Étude générale et comparative des pharmacopées d'Europe et d'Amérique; par F.-A. VERWAEST. Paris, A. Delahaye, 1872; br. in-8°.

Quelques réflexions à propos de la nouvelle loi relative au travail des enfants dans les manufactures; par M. le Dr R. MARJOLIN. Paris, imp. Chaix, 1873; br. in-8°.

Agriculture. Lombrics; par le Dr E. ROBERT. Paris, sans date, impr. Walder; opuscule in-8°. (Extrait du journal *Les Mondes.*)

Arboriculture. Cossus; par le Dr E. ROBERT. Paris, sans date, imp. Walder; opuscule in-8°. (Extrait du journal *Les Mondes.*)

The admiralty list of lights in south Africa, east Indies, China, Japan, Australia, Tasmania and New-Zealand; 1873.

The admiralty list of lights in south America, western coast of north America, Pacific islands, etc.; 1873.]

The admiralty list of lights on the west, south and south-east coasts of Africa; 1873.

The admiralty list of lights in the west India islands and adjacent coasts; 1873.

The admiralty list of lights in the United-States of America; 1873.

The admiralty list of lights on the coasts and lakes of british north America; 1873.

The admiralty list of lights in the North sea (Belgium, Holland, Denmark, Prussia, Russia, Sweden, Norway), the Baltic and the Withe sea; 1873.

The admiralty list of lights in the Mediterranean, Black and Azof seas, and gulf of Suez; 1873.

The admiralty list of lights on the north and west coasts of France, Spain and Portugal; 1873.

The admiralty list of lights in the British islands; 1873.

Tide tables for the british and irish ports, for the year 1873.

London, printed for the hydrographic department, admiralty; 11 brochures in-8°, avec cartes.

Reports of the proceedings of the meteorological Conference at Leipzig, Protocol and Appendices. London, printed by G.-E. Eyre and W. Spottiswoode, 1873; in-8°.

Die Erdgeschichte oder Geologie; von R. GRASSMANN. Stettin, 1873; 1 vol. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 3 mars 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles; par A. QUETELET, Directeur, 1872-1873. Bruxelles, imp. Hayez, 1871-1872; 2 vol. in-32.

Notice sur sir John-F.-W. Herschel; par A. QUETELET. Bruxelles, imp. F. Hayez, 1872; br. in-18.

Notice sur Charles Babbage; par Ad. QUETELET. Bruxelles, imp. F. Hayez, 1873; br. in-18.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1872-1873. Bruxelles, imp. F. Hayez, 1872-1873; 2 vol. in-18.

Sur les étoiles filantes de la période de novembre, et sur les aurores boréales

des 9 et 10 du même mois; Note par M. Ad. QUETELET. Bruxelles, imp. F. Hayez. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique.*)

Unité de l'espèce humaine; par M. Ad. QUETELET. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Tables de mortalité et leur développement; par Ad. QUETELET. Bruxelles, imp. F. Hayez, 1872; br. in-4°.

Observations des phénomènes périodiques pendant l'année 1870. Sans lieu ni date; br. in-4°. (Extrait du tome XXXIX des *Mémoires de l'Académie royale de Belgique.*)

Biographie nationale publiée par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; t. III, 2e partie; t. IV, 1re partie. Bruxelles, imp. H. Thiry, 1872; 2 vol. gr. in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Collection in-8°, t. XXII. Bruxelles, F. Hayez, avril 1872; 1 vol. in-8°.

Note sur les tremblements de terre en 1869, avec suppléments pour les années antérieures, de 1843 à 1868 (XXVIIe relevé annuel); *par* M. Al. PERREY. Bruxelles, imp. F. Hayez, sans date; opuscule in-8°. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique,* 1871.)

Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Centième anniversaire de sa fondation (1772-1872). *Premier siècle de l'Académie; par* Ad. QUETELET. Bruxelles, imp. F. Hayez, 1872; in-8°.

Académie royale de Belgique. Centième anniversaire de sa fondation (1772-1872); t. II. Bruxelles, F. Hayez, 1872; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; t. XXXIX, Bruxelles, imp. F. Hayez, 1872; 1 vol. in-4°.

Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles, publiées, aux frais de l'État, par le Directeur A. QUETELET; t. XXI. Bruxelles, F. Hayez, 1872; in-4°.

Table chronologique des chartes et diplômes imprimés concernant l'histoire de la Belgique; par Alp. WAUTERS; t. III (1191-1225). Bruxelles, F. Hayez, 1871; in-4°.

Speghel der Wijsheit of Leeringhe der Zalichede, van Jan Praet, etc.; door J.-H. BORMANS. Brussel, F. Hayez, 1872; 1 vol. in-8°.

Ouddietsche fragmenten van den Parthonopeus van Bloys, etc.; door J.-H. BORMANS. Brussel, F. Hayez, 1871; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société mathématique de France, publiée par les Secrétaires; t. I, n° 1. Paris, au siége de la Société, 1873; br. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par MM. G. DARBOUX et J. HOÜEL; t. IV, janvier 1873. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Animaux fossiles du mont Léberon (*Vaucluse*). *Étude sur les vertébrés; par* M. Al. GAUDRY. *Étude sur les invertébrés; par* P. FISCHER *et* R. TOURNOUER; 2ᵉ liv. Paris, F. Savy, 1873; in-4°.

Nouveau traité de Chimie industrielle; par R. WAGNER, édition française, publiée, d'après la 8ᵉ édition allemande, par le Dʳ L. GAUTIER; t. II, fasc. 3. Paris. F. Savy, 1873; in-8°.

Le Constructeur. Tables, formules, etc. Aide-mémoire à l'usage des ingénieurs, constructeurs, architectes, mécaniciens, etc.; par F. REULEAUX, édition française publiée sur la 3ᵉ édition allemande, par MM. A. DEBIZE et E. MÉRIJOT; 2ᵉ fascicule. Paris, F. Savy, 1873; 1 vol. in-8°.

Cours de Chimie agricole professé à l'École d'Agriculture de Grignon; par P.-P. DEHÉRAIN. Paris, Hachette et Cⁱᵉ, 1873; 1 vol. in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Morogues, 1873.)

Sur quelques questions relatives aux fonctions elliptiques; par E. CATALAN. Rome, imp. des Sciences mathématiques et physiques, 1873; in-4°.

Cours d'Agriculture pratique. Les plantes alimentaires; par Gustave HEUZÉ. Paris, Librairie agricole, sans date; 2 vol. in-8°, avec atlas. (Présenté par M. H. Mangon.)

Iconographie photographique des centres nerveux; par J. LUYS; 3ᵉ livraison. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1873; in-4°. (Présenté par M. Ch. Robin et renvoyé au Concours des prix Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

Hystérotomie. De l'ablation partielle ou totale de l'utérus par la gastrotomie. Étude sur les tumeurs qui peuvent nécessiter cette opération; par MM. J. PÉAN *et* L. URDY. Paris, Ad. Delahaye, 1873; 1 vol. in-8°, relié.

Notice sur les travaux scientifiques de M. J. Bourget. Paris, Gauthier-Villars, 1871; in-4°.

L'Anatomie et l'Histologie enseignées par les projections lumineuses, etc.; par le Dʳ G. LE BON. Paris, au bureau des *Mondes*, Gauthier-Villars, 1873; in-18.

(*La suite du Bulletin au prochain numéro.*)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 MARS 1872.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique, des Cultes et des Beaux-Arts adresse une ampliation du décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Berthelot*, pour remplir, dans la Section de Physique, la place laissée vacante par le décès de M. *Duhamel*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Berthelot** prend place parmi ses confrères.

M. le Président de l'Institut invite l'Académie à désigner l'un de ses Membres pour la représenter, comme lecteur, dans la deuxième séance trimestrielle de 1873, qui aura lieu le mercredi 2 avril.

ASTRONOMIE. — *Sur la nouvelle hypothèse du* P. Secchi; par M. **Faye**.

« Ce qui résulte du dernier article du P. Secchi, c'est qu'à l'occasion de la discussion qu'il m'a fait l'honneur d'entamer avec moi il a fait exécuter à sa théorie première un revirement complet dont je ne me suis pas, je l'avoue, tout d'abord aperçu.

» Autrefois, disons plutôt naguère, le P. Secchi attribuait les taches à des éruptions dont l'ouverture desdites taches formait le cratère; aujourd'hui c'est des facules qu'il fait jaillir ces mêmes éruptions, et les taches ne sont plus que le réceptacle des produits éruptifs trop lourds pour être entraînés par l'hydrogène au-dessus de la chromosphère. Voici un passage de l'avant-dernier numéro des *Memorie* (1) qui me paraît plus net et plus aisé à comprendre que le dernier article de notre savant Correspondant que je viens de parcourir dans les *Comptes rendus* :

» Io in quest' opera (le livre du P. Secchi, le *Soleil*) metteva il centro delle eruzioni nel centro delle macchie; questo non è dimostrato falso, ma ha bisogno di prove più positive. Lo studio recente mi fa credere que la macchia è formata principalmente dalla massa dei gaz e dei vapori provvenienti dalle eruzioni. Questa massa informa da principio si viene poco a poco regolarizzando e prendendo una forma circolare fino a tanto che in progresso di tempo essa viene divisa dalle correnti, come mostra l'osservazione.

» Le P. Secchi ajoute que la cavité des taches vient des vapeurs métalliques de l'éruption, lesquelles en s'élevant sont condensées et refroidies, puis retombent quelque part sur la photosphère et la dépriment tout en la cachant à nos yeux. Pour se servir, dit-il, d'une comparaison familière, cette masse de vapeurs refroidies et obscures nage sur la photosphère comme une goutte d'huile sur de l'eau et produit ainsi l'effet d'une cavité.

» Dans le même numéro des *Memorie*, M. Tacchini s'étonne un peu de ce brusque changement de front et fait ses réserves d'après ses propres observations. Ainsi ces deux savants, en abordant la critique de ma théorie, ne s'accordent nullement sur les idées qu'ils m'opposent.

» Je cherche à rendre bien claire l'idée à laquelle le P. Secchi vient de s'arrêter. On sait que les émissions hydrogénées qui traversent la chromosphère répondent à des facules et non aux taches. Dès lors, en considérant ces émissions comme des éruptions venant d'une grande profondeur et entraînant souvent avec elles des vapeurs métalliques brillantes, ce seront les facules et non les taches qui en seront les cratères. Ne vous attendez donc plus à voir, comme autrefois, la photosphère se dissiper sous l'effort de ces éruptions et former un cratère obscur : tout au contraire, le cratère sera encore plus brillant que la photosphère, car les vapeurs métalliques qui en sortent avec l'hydrogène, soulevées au-dessus de la mince couche absorbante dont la photosphère est entourée, nous paraîtront plus éclatantes que la sur-

(1) *Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani*, p. 116.

face générale de l'astre : ce sera une facule. Réciproquement toute facule sera le signe et le siége d'une éruption.

» Jusqu'ici nous voyons des éruptions brillantes, des facules, des vapeurs métalliques injectées à travers la couche absorbante, mais pas encore de taches; voici comment le P. Secchi en explique la production, au moyen d'une nouvelle hypothèse :

» Les vapeurs métalliques qui accompagnent les éruptions d'hydrogène se refroidissent en montant au-dessus de la photosphère et ne tardent pas à retomber quelque part, non pas sur place, non sur la facule dont elles sont sorties, mais un peu plus loin, comme font les cendres d'un volcan; elles retombent, dis-je, quelque part sur la photosphère et s'accumulent là en un amas refroidi, c'est-à-dire opaque et obscur. Elles nous masquent alors, par leur opacité, la surface brillante, qu'elles recouvrent, qu'elles dépriment même, en flottant sur elle à la manière d'une goutte d'huile sur de l'eau. Peu à peu cette masse nuageuse de vapeurs refroidies s'arrondit spontanément et présente l'aspect du noyau noir d'une tache ordinaire.

» Admettez enfin que, de divers points du contour d'une vaste facule, partent des éruptions semblables, et que ces éruptions versent toutes leurs produits en un même lieu central, comme autant de robinets de fontaine tournés de manière à verser leurs eaux dans le même bassin (comparaison du P. Secchi): vous aurez alors l'ensemble complet, à savoir une facule circulaire, d'où jaillissent des éruptions d'hydrogène, et une tache au centre, formée par les déjections convergentes de tous ces volcans.

» Telle est la théorie que le P. Secchi vient de créer pour l'opposer à la mienne.

» Au fond, elle ressemble beaucoup aux autres hypothèses proposées depuis longtemps en Allemagne, en Italie et en Angleterre. Nous y retrouvons, en effet, les nuages de M. Kirchhoff, à cette différence près, que ceux du P. Secchi ne flottent pas au-dessus de la photosphère, mais reposent sur elle, et même s'y enfoncent notablement. Nous y retrouverons aussi, pour peu que ces amas de métaux refroidis se soudent les uns aux autres, les scories de M. Gauthier, de Genève, ou de M. Zœllner. Enfin nous avons ici l'équivalent du *down rush* des astronomes anglais, puisque les nuages refroidis du P. Secchi retombent des régions supérieures et pénètrent même dans la photosphère.

» Toutes ces explications diverses, et pourtant analogues, ont été suggérées par une seule et même idée : rendre compte du noir des taches par l'interposition de vapeurs refroidies, et par conséquent opaques, le

refroidissement sur le Soleil ne pouvant d'ailleurs s'opérer que d'en haut, et ne venir que des couches extérieures à la photosphère. Cette idée est juste et conforme à une loi physique générale, formulée depuis longtemps par MM. Kirchhoff et Balfour-Steward. Mais le défaut commun à toutes ces hypothèses est d'avoir été forgées en vue d'un fait unique, en laissant de côté tous les autres faits géométriques, physiques et mécaniques. Or il est facile de voir que ce fait unique, la noirceur des taches, est loin de comprendre tous les autres à titre de conséquences.

» Il résulte de là que toutes ces hypothèses ont pour caractère commun que, ayant été créées, par un appel à l'imagination, en vue de satisfaire à cet unique fait, elles sont condamnées à n'en pas expliquer d'autres, à moins que l'on ne vienne à leur secours et qu'on n'y joigne d'autres hypothèses accessoires, une pour chaque fait nouveau dont on voudra rendre compte.

» Comme cette assertion peut paraître outrée à première vue, je vais la justifier immédiatement sur l'hypothèse du P. Secchi.

» Les taches sont noires; ce fait lui suggère l'hypothèse que les produits des éruptions solaires retombent sur la surface brillante, après s'être refroidies hors de la photosphère, et la masquent à nos yeux par leur opacité.

» Mais les taches sont, en outre, nettement terminées, le plus souvent isolées, circulaires, persistantes et entourées de facules, c'est-à-dire de centres éruptifs. Ce sont les faits les plus simples que je prends là.

» L'hypothèse peut-elle en rendre compte? Non; elle conduit à tout autre chose; une éruption, en général, projette ses matériaux autour du cratère. Sur le Soleil, autour de chaque facule éruptive, nous verrions une bordure noire formée par ses déjections : c'est justement le contraire de ce qui a lieu. Que fait le savant auteur?

» Il admet gratuitement que les jets éruptifs sortent obliquement et vont verser au loin leurs produits en un même lieu, et que, s'il y a plusieurs centres d'éruption, leurs jets convergent vers une région centrale;

» Il admet que les produits accumulés des éruptions se régularisent d'eux-mêmes et prennent la forme circulaire;

» Il ne dit rien des contours tranchés et concentriques des taches, qu'il lui est impossible de rattacher à ses éruptions;

» Il suppose que, longtemps après l'éruption, les produits de ladite éruption, qui se sont refroidis pour s'être élevés quelque temps au-dessus de la photosphère, peuvent retomber vers elle, reposer longtemps sur sa surface, et même s'y enfoncer sans se réchauffer.

» Or ces assertions ne se rattachent pas logiquement à l'hypothèse première; ce sont donc autant d'hypothèses nouvelles, autant de suppositions gratuites qu'il faut y joindre, afin d'expliquer les moindres faits. Si l'on continue l'épreuve, on verra de même qu'à chaque fait nouveau, l'auteur est forcé d'inventer une nouvelle hypothèse pour parvenir à le rattacher à sa théorie.

» Quant à la mienne, sur laquelle j'appelle le même genre d'épreuve de la part du P. Secchi et de M. Tacchini, je ne la présente pas comme complète, assurément, mais comme définitive; et ce qui me donne cette confiance, c'est qu'elle n'a pas été devinée d'après un fait unique, mais qu'elle s'appuie sur l'ensemble des faits géométriques, mécaniques et physiques, actuellement connus. »

ASTRONOMIE. — *Sur la circulation de l'hydrogène solaire, avec une réponse à un point de la Note de* M. Tacchini (1); par M. Faye.

« Je serais un peu mortifié de la persistance que M. Tacchini met à m'attribuer une idée impossible que j'ai déjà désavouée et que pas un mot de moi n'a pu suggérer à nos lecteurs, si je n'y trouvais l'occasion de revenir sur un des plus merveilleux phénomènes de l'univers, et de montrer comment ce phénomène si mystérieux en apparence se rattache de lui-même à ma théorie.

» Les éclipses avaient fait entrevoir depuis longtemps, autour du Soleil, une sorte de couche mince faiblement lumineuse et teintée d'un rose particulier sur laquelle s'élevaient des protubérances de même couleur. L'analyse spectrale nous a appris que cette couche rose et ces protubérances étaient formées d'hydrogène presque pur. Bien plus, grâce à la brillante découverte que le P. Secchi rappelait lundi dernier, elle les a soumises à la science en nous permettant de les suivre à tout instant. Dès lors les astronomes se sont mis à les étudier avec ardeur, chacun selon son génie particulier : l'un en examinant leur structure et leur prodigieuse vitesse de développement; l'autre en notant la nature des vapeurs métalliques qui s'y trouvent injectées; d'autres enfin en les poursuivant loin des bords, sur le disque même du Soleil. M. Respighi eut le premier l'heureuse idée d'en étudier jour par jour la distribution sur le tour entier du disque solaire; il ne tarda pas à publier ses profils où l'on peut saisir d'un

(1) *Voir* cette Note de M. Tacchini à la Correspondance, p. 633.

coup d'œil le jeu de cette étrange activité du Soleil, se développant partout, d'un pôle à l'autre, mais non aux pôles mêmes. En chacun de ses points, la chromosphère émet des langues de feu ; elle en est hérissée. Du sein de cette éruption universelle s'élancent, jusqu'à des hauteurs de plus de 10000 et de 20000 lieues, les grandes flammes hydrogénées qu'on voit retomber ensuite lentement, en mille formes capricieuses, sur la mer d'hydrogène incandescent.

» Je me hâtai de placer ces dessins sous les yeux de l'Académie, et je lui signalai en même temps une circonstance étrange dont j'avais été frappé tout d'abord (1). Que devient cet hydrogène incessamment projeté hors de la chromosphère, mais qui lui revient incessamment en retombant sur elle de toutes parts ? Le seul aspect de ces effusions énormes qui jaillissent du Soleil de tous côtés montre que leur masse est une fraction très-sensible de celle de la couche elle-même d'où elles sortent. Dès lors l'épaisseur de cette couche devrait en peu de temps doubler, tripler, quadrupler par l'afflux de ces continuelles éruptions. Or cette épaisseur reste toujours la même, telle qu'on l'a vue pour la première fois il y a trente ans, telle qu'on la voit et qu'on la mesure chaque jour depuis quatre ans. Il faut donc que l'hydrogène ainsi émis sans cesse trouve le moyen de rentrer sans cesse dans le Soleil pour en ressortir de nouveau.

» A cette époque où l'on ne parlait que d'éruptions, où il n'était question que de courants ascendants, je ne voyais aucun moyen mécanique valable pour faire rentrer cet hydrogène. Par moments je me demandais, en voyant les matières incandescentes de la photosphère baignées en dessus par une mer d'hydrogène, si les métaux dont ces poussières solides sont formées ne pourraient pas, en se refroidissant, absorber une part de cet hydrogène, puis, en tombant vers l'intérieur de plus en plus chaud, abandonner ce gaz que sa légèreté spécifique ramènerait aussitôt à la surface. La gravité solaire est telle qu'en tenant compte de la grande légèreté de l'hydrogène la vitesse accélérée de l'ascension pourrait répondre à celle de ces éruptions dont M. Respighi nous mettait le tableau journalier sous les yeux. Mais déjà à la température superficielle du Soleil, si vaguement qu'on se la représente encore, cette dissolution de l'hydrogène dans certains métaux (le fer, par exemple) est peu probable : j'aurais mieux aimé une action mécanique.

(1) *Sur l'observation spectrale des protubérances solaires d'après les travaux de M. Respighi.* (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 888; 1870.)

» J'en étais là, c'est-à-dire que la question était seulement posée, lorsque, en suivant l'idée des cyclones et en la rapprochant successivement de tous les faits solaires connus, la solution se présenta d'elle-même dans son évidente simplicité.

» Voici la suite des idées :

» Je venais de m'expliquer la pénombre des taches en considérant qu'un cyclone qui débouche par son pavillon à la base de la chromosphère devait entraîner en bas, par aspiration, les matériaux froids de cette couche extrême, je veux dire l'hydrogène mélangé à toutes sortes de vapeurs, absolument comme nos cyclones terrestres appellent en bas l'air froid et raréfié des couches supérieures. Et si nos cyclones, en vertu de ce froid, s'entourent de vapeurs condensées, de nuages et de pluie, il devait en être de même sur le Soleil, *mutatis mutandis*, et même mieux encore, à cause de la grande conductibilité de l'hydrogène. Or si tout cyclone solaire produit ainsi autour de lui un abaissement de température, il doit transporter jusqu'à une certaine profondeur, dans des couches plus chaudes que la photosphère, la température normale de cette dernière couche où se condensent les vapeurs ascendantes forcées de venir à la surface par un mécanisme depuis longtemps expliqué. Ainsi un cyclone solaire devra se revêtir, jusqu'à une certaine profondeur, de nuages incandescents identiques à ceux de la photosphère, mais plus rares et surtout moins brillants pour nous, à cause de l'épaisseur des gaz refroidis contenus dans le cyclone.

» Naturellement je devais me demander ensuite ce que devient cet hydrogène entraîné ainsi dans les couches profondes. Mais ici l'analogie physique avec nos cyclones s'évanouit. L'air froid des hautes régions de notre atmosphère ne diffère en rien de celui des régions basses où nos tourbillons l'amènent; quand il en a pris à peu près l'humidité, la densité, la température, et qu'il s'est débarrassé de son excès d'électricité, il peut rester en bas, quoiqu'il soit venu d'en haut; seulement, comme il y vient en tournoyant, il s'échappe latéralement du cyclone avec une certaine vitesse horizontale sans tendre à remonter avec énergie. Mais l'hydrogène solaire, en arrivant en bas d'un tourbillon, en s'échappant latéralement, comme je viens de le dire, avec une vitesse très-sensible, ne pourra rester dans les couches beaucoup plus denses où il a été entraîné; il remontera donc à la surface tout autour du tourbillon, et d'autant plus loin du tourbillon que sa vitesse centrifuge au point où le tourbillon cesse aura été plus grande.

» M. Tacchini affirme pour la seconde fois que je fais remonter cet hy-

drogène par le canal du tourbillon lui-même, en vertu d'un excès de pression de bas en haut. Faut-il rappeler que je n'ai pas dit un mot de cela, et ne devrait-il pas suffire que je lui aie signalé une fois cette méprise (1) à laquelle rien dans mes expressions n'a pu donner lieu?

» Cet hydrogène en remontant, soit en bulles, soit en filets, d'une profondeur double ou triple du rayon de la Terre (elle est peut-être encore plus grande), sous l'action de la puissante gravité solaire, atteint bientôt et franchit la photosphère dans les régions qui entourent le cyclone, c'est-à-dire dans les facules dont les taches sont accompagnées; il pénètre, entraînant avec lui les vapeurs métalliques des couches profondes, dans la chromosphère, avec une vitesse qui s'accélère encore (en vertu de son excès de température) et finit par jaillir au-dessus de la couche rosée en langues de feu, en flammes ou en protubérances.

» Voilà ce que j'ai appelé la circulation souterraine de l'hydrogène solaire, mot qui peint si clairement ma pensée. La *fig.* 2 des *Comptes rendus* du 17 février a dû montrer d'ailleurs au savant observateur de Palerme comment il faut l'entendre. C'est bien une véritable circulation dans un parcours fermé sur la branche descendante duquel le cyclone fonctionne à peu près comme le cœur dans la nôtre (mais seulement par aspiration), tandis que, sur la branche ascendante, en dehors du cœur, c'est en dehors du cyclone que je veux dire, la force motrice est tout bonnement la gravité.

» Rien de plus marqué, de plus curieux, de plus grandiose même que les effets visibles de cette circulation de l'hydrogène sous l'action purement mécanique d'un cyclone (2). Là est la source de tous les phénomènes spectraux qu'on observe journellement sur le Soleil. Naturellement l'œil ne voit pas cet hydrogène supérieur s'engager dans le cyclone, mais le spectroscope l'y suit parfaitement; puis, quand il est revenu des couches profondes où le cyclone l'a entraîné, on le démêle encore dans la photosphère ou plutôt dans les facules qu'il y fait naître, puis dans la chromosphère avec les vapeurs qu'il y injecte, enfin nous le voyons jaillir au-dessus de la chromosphère dans une région presque vide où il redevient presque pur pour retomber enfin lentement, tantôt en masses profondes, tantôt en filaments déliés, dans le réservoir commun.

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 10 février, p. 304.

(2) Il ne faut pas oublier que l'activité tourbillonnaire du Soleil ne se manifeste pas seulement par les grandes taches, mais aussi par une multitude de petits cyclones presque invisibles pour nous, et qui constituent les pores.

» Il n'y a donc pas ici d'action chimique, mais un simple phénomène mécanique dont nos cyclones aériens ne nous fournissent pas l'analogue jusqu'au bout (1). Toutefois l'action chimique se représente à l'esprit par une autre voie. Brasser ainsi de l'hydrogène avec les vapeurs de tous les éléments solaires dans une région où commencent déjà les combinaisons, cela nous rappelle, malgré la haute température de la surface brillante et même de la chromosphère, qu'un de nos confrères a combiné l'hydrogène au charbon par l'arc voltaïque. C'est pourquoi je pense que l'on ferait bien de chercher la raie D_3 dans quelque combinaison gazeuse très-raréfiée du genre de l'acétylène, avec l'espoir de résoudre ainsi l'irritant problème de cette substance inconnue qui accompagne si constamment l'hydrogène du Soleil, sans figurer parmi les raies renversées du Soleil lui-même. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la densité de la vapeur du perchlorure de phosphore;* par M. AD. WURTZ.

« On sait que la densité de vapeur du perchlorure de phosphore présente une anomalie. Au lieu de répondre à une condensation de la molécule en 2 volumes, comme on le remarque pour un nombre immense de composés gazeux ou volatils, elle correspond à une condensation en 4 volumes lorsqu'on la détermine à une température voisine de 330 degrés, en 3 volumes lorsque la détermination est faite à une température de 182 degrés. Ces expériences ont été faites par M. Cahours, qui y a rattaché des considérations théoriques pleines d'intérêt. Pour lui et pour d'autres chimistes, la densité normale de la vapeur de phosphore est celle qui répond à une condensation en 4 volumes. Il tire de ce fait la conséquence que le perchlorure de phosphore doit être envisagé comme une combinaison de protochlorure et de chlore, conclusion qui a été acceptée par les chimistes qui envisagent le perchlorure comme une combinaison *moléculaire*, c'est-à-dire comme formée par l'union de 2 molécules, conservant chacune son individualité et pour ainsi dire sa place distincte, de telle sorte que la vapeur soit formée par le mélange de ces 2 molécules, occupant chacune 2 volumes.

(1) L'analogie se poursuit mieux avec les tourbillons de nos cours d'eau, qui entraînent au fond les corps flottants et les abandonnent ensuite ; on voit ces corps remonter plus loin à la surface.

» Les chiffres autrefois publiés par M. Cahours admettent une autre interprétation. La densité 5,078 observée par ce chimiste à 182 degrés me paraît répondre à un mélange de vapeur normale de perchlorure (condensée en 2 volumes), et de vapeur dissociée (occupant 4 volumes) : de là la condensation apparente en 3 volumes. Il m'a semblé que la dissociation de la vapeur de perchlorure commençait à une température voisine de son point d'ébullition, et qu'à mesure que la température s'élève, le phénomène de dissociation s'accentue et se complète, de telle sorte que, à 336 degrés, la vapeur se trouve complétement dissociée.

» Telle est aussi la conclusion à laquelle s'est arrêté M. H. Sainte-Claire Deville (1). Que pouvait-on faire pour ralentir ou empêcher ce phénomène de dissociation? En premier lieu, abaisser la température d'ébullition en diminuant la pression. On a donc fait une première série d'expériences en faisant diffuser la vapeur de perchlorure de phosphore dans l'air, selon la méthode indiquée par MM. Wanklyn et Playfair, et l'on a réussi ainsi à abaisser la température de volatilisation du perchlorure de phosphore et à empêcher dans une grande mesure sa dissociation.

» L'opération s'exécutait dans un ballon que l'on plaçait dans un bain de paraffine. On fermait la pointe du ballon dès que la dernière parcelle de perchlorure de phosphore avait disparu, ce qu'il était facile d'apprécier, grâce à la parfaite transparence du bain. Après avoir pesé le ballon, il s'agissait de mesurer exactement le volume de l'air qui était mélangé à la vapeur et qui restait dans le ballon après la condensation de celle-ci. Cet air a été mesuré sur le mercure, d'après la méthode ordinaire. On a remarqué qu'il renfermait toujours une petite quantité d'un gaz ou d'une vapeur absorbable par l'eau. On a d'abord pris ce gaz pour de l'acide chlorhydrique, formé en même temps que l'oxychlorure de phosphore, par l'action sur le perchlorure d'une trace d'humidité qu'il est impossible d'exclure complétement. On a lieu de croire toutefois que la partie absorbable par l'eau dans l'air restant est principalement de la vapeur de protochlorure diffusée dans cet air; car on s'est assuré que le perchlorure de phosphore est décomposé à la température ordinaire par le mercure, avec formation de protochlorure.

» Cela dit, voici les expériences :

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXII, p. 1557.

Ordre des expér.	Excès de poids du ballon.	Tempér. du bain.	Tempér. de la balance.	Pression.	Capacité du ballon.	Air restant.	T.	P.	Analyse de l'air restant par l'eau	
									avant.	après.
	gr	°	°	mm	cc	cc	°	mm	cc	cc
I....	0,508	145	15	761	317	135,1	à 17	762	85,4	84,0
II...	0,478	145	20,5	748	325,5	136,0	à 19	748	93,5	94,2
III..	0,699	145	17,5	746	342,5	116,9	à 17,5	746	84,2	83,7
IV..	0,173	137	17,5	762	306,5	178,3	à 17	761,4	88,1	88,0
V...	0,352	137	17,5	765	305,5	151,3	à 19	764	94,30	94,35
VI...	0,345	137	18,5	761	296	146,1	à 20,5	763	93,5	94,0
VII..	0,432	137	22,5	761,5	305,7	143,6	à 22,5	761,5	95,6	94,5
VIII.	0,455	137	20,5	761	335,0	162,1	à 19,5	743,5	97,35	96,40
IX..	0,273	129	19	748	346	198,3	à 19,5	748	98,1	98,6
X...	0,2125	129	20,5	752	305	178,6	à 19,5	752,2	97,6	97,2
XI..	0,252	129	18,5	758,5	308	174,8	à 19	760	82,0	80,7

» Les sept premières colonnes de ce tableau ne donnent lieu à aucune observation. On remarquera seulement que les expériences ont été faites à trois températures différentes, savoir : 145 degrés, 139 degrés, 127 degrés. La dixième colonne contient les indications relatives à la petite fraction de vapeur absorbable par l'eau, répandue dans l'air qui avait été mesuré sur le mercure. On a vu plus haut que cette partie absorbable par l'eau était principalement de la vapeur de protochlorure de phosphore formée par le contact du perchlorure avec le mercure. Le volume de l'air restant étant diminué du volume de cette partie absorbable, on obtenait le volume de l'air pur dans lequel le perchlorure était diffusé. Retranchant le volume de cet air réduit à zéro et à $0^m,76$ du volume total qu'occupaient l'air et la vapeur de perchlorure, au moment de la fermeture du ballon, volume pareillement réduit à zéro et à $0^m,76$, on obtenait le volume de la vapeur du perchlorure de phosphore, dont il était facile dès lors de calculer la densité. Cette vapeur était diffusée dans un volume déterminé d'air, le mélange supportant la pression de l'atmosphère au moment de la fermeture. On pouvait donc calculer la pression partielle que supportait la vapeur du perchlorure elle-même. Ces diverses données sont consignées dans le tableau suivant :

Ordre des expériences.	Volume réduit de la vapeur du perchlorure.	Volume réduit de l'air restant.	Densité de la vapeur du perchlorure.	Pression partielle supportée par la vapeur diffusée.	Températures.
	cc	cc		mm	°
I.........	85,1	123,0	6,70	311	145
II........	86,0	123,5	6,33	307	145
III.......	115,3	104,7	6,55	391	145
IV........	39,75	165,15	6,47	148	137
V.........	65,05	139,85	6,46	243	137
VI........	63,90	133,96	6,42	234	137
VII.......	75,27	129,1	6,48	281	137
VIII......	79,4	144,7	6,54	269	137
IX.......	52,8	179,0	6,63	170	129
X........	45,1	160,4	6,31	165	129
XI.......	52,7	156,8	6,18	191	129

» On voit qu'à des températures inférieures au point d'ébullition du perchlorure ce corps possède une tension de vapeur suffisante pour se répandre dans plusieurs fois son volume d'air, et que la vapeur ainsi diffusée présente une densité voisine de la densité normale, sans jamais atteindre celle-ci. Le chiffre le plus élevé que M. Cahours ait obtenu pour la densité de la vapeur du perchlorure est 5,078, cette densité ayant été prise à la pression ordinaire et à la température de 182 degrés. En abaissant la pression, on parvient à élever le chiffre de la densité à 6,5 environ, chiffre situé bien plus près de 7,217, densité calculée pour une condensation en 2 volumes, que de 3,61 qui serait la densité calculée pour une condensation en 4 volumes.

» Ces résultats semblent indiquer que la vapeur du perchlorure de phosphore rentre dans la règle commune et que la molécule de ce corps occupe 2 volumes, si l'atome d'hydrogène occupe 1 volume. Toutefois les chiffres les plus élevés qui ont été obtenus étant encore inférieurs au chiffre théorique, on doit admettre qu'à la température et à la pression où cette vapeur s'est formée elle a déjà éprouvé un commencement de dissociation.

» En résumé, la vraie signification des expériences que je viens de décrire me paraît être celle-ci. En diminuant la pression dans une certaine mesure, on abaisse la température de vaporisation du perchlorure, et comme la chaleur est le principal agent de dissociation, on empêche en partie cette dissociation.

» Dans le désir que j'avais d'élucider complétement cette question que je crois fondamentale, au point de vue de nos théories chimiques, j'ai cherché un autre moyen de prévenir la dissociation du perchlorure, et j'y ai réussi à l'aide d'un artifice fondé sur les vues émises par M. H. Sainte-Claire Deville.

» Tenant compte de l'influence de la saturation du milieu sur la dissociation des corps pouvant émettre des produits de décomposition capables de se répandre dans ce milieu, j'ai eu l'idée d'empêcher ou de retarder la dissociation de la molécule du perchlorure de phosphore, en faisant diffuser sa vapeur dans un espace saturé d'un des produits de la dissociation, savoir, la vapeur de protochlorure de phosphore.

» Voici comment j'ai opéré pour réaliser cette idée :

» Un ballon à densité a été desséché avec le plus grand soin par un courant d'air sec, puis étiré à la lampe à la naissance du col et celui-ci a été coupé à une petite distance de la pointe, de manière à laisser à l'extrémité de celle-ci un bout du col formant entonnoir.

» Au moyen d'un bouchon on mettait immédiatement ce bout de col en communication avec un tube à chlorure de calcium, de manière à ne laisser pénétrer que de l'air sec dans le ballon qui se refroidissait.

» D'autre part on prenait une petite quantité de perchlorure de phosphore préalablement distillé, puis pulvérisé, et on le chauffait doucement dans un tube étiré en pointe, au milieu d'un courant de gaz carbonique parfaitement sec. On enlevait ainsi une trace d'oxychlorure de phosphore. On introduisait ensuite une petite quantité du perchlorure pur dans le ballon, préalablement taré avec soin, en engageant la pointe du tube effilé dans le col à entonnoir, de manière à éviter le contact de l'air; puis on versait dans le ballon, avec les mêmes précautions, un excès de protochlorure de phosphore purifié par plusieurs distillations. Cela fait, on coupait par le milieu la pointe effilée du ballon, on lavait et l'on séchait soigneusement le bout du col avec la portion de pointe adhérente et on le mettait de côté.

» Il s'agissait maintenant de chauffer le ballon dans un bain de paraffine de manière à volatiliser d'abord le protochlorure, et à faire diffuser ensuite le perchlorure dans la vapeur du protochlorure. Pour laisser pénétrer la lumière au fond du bain, il était nécessaire de chauffer la paraffine dans un vase de verre. On a choisi à cet effet le fond de grandes cornues en verre que l'on coupait au-dessous du col. Le ballon était assujetti dans le bain au moyen d'une pioce à trois branches qu'on pouvait lever ou abaisser à volonté. Dans ces conditions, et grâce à la parfaite transparence du bain et du vase, les progrès de l'expérience pouvaient être surveillés avec exactitude; la moindre parcelle de perchlorure solide était visible au fond du ballon, et lorsque, à la fin, une telle parcelle se détachait du tube effilé plongeant hors du bain, pendant qu'on chauffait ce tube avec un petit bec de gaz, de manière à le purger du perchlorure qui s'y était condensé, on était immédiatement averti de ce petit accident, et l'on attendait que la parcelle fût volatilisée de nouveau avant de fermer la pointe du tube. Cette dernière opération étaut achevée, et le ballon étant refroidi et nettoyé, on le portait sur la balance avec la portion du col qu'on en avait détachée et mise de côté.

» La pesée donnait un excès de poids représentant la différence de poids du ballon rempli de vapeur chaude et du ballon rempli d'air froid. Connaissant la capacité du ballon, on pouvait donc calculer le poids du mélange de vapeur de perchlorure et de vapeur de protochlorure; mais commeot apprécier les proportions des deux chlorures qui le composaient?

On ne pouvait le faire qu'en analysant le contenu du ballon. Pour cela, on en ouvrait la pointe sous de l'eau pure récemment bouillie et encore tiède; celle-ci s'élançait dans le ballon, le remplissant entièrement, ou ne laissant qu'une bulle d'air insignifiante. On avait ainsi une solution aqueuse d'acides phosphoreux, phosphorique, chlorhydrique. On la réunissait à l'eau même de la cuve, au milieu de laquelle on avait brisé la pointe du ballon, et, après avoir rincé ce dernier à plusieurs reprises avec de l'eau distillée, on réunissait toutes les liqueurs et on les mesurait exactement.

» D'autre part, on remplissait entièrement le ballon de mercure et l'on jaugeait ce dernier. On avait ainsi la capacité du ballon et le moyen de calculer exactement le poids et le volume de la vapeur. Il ne restait plus qu'à déterminer par l'analyse les proportions relatives du protochlorure et du perchlorure. Pour cela, on dosait l'acide chlorhydrique contenu dans un volume déterminé de la solution acide, dont le volume total était connu. Ce dosage était répété deux fois dans chaque opération, la seconde fois sur une quantité plus forte que celle qu'on avait employée d'abord. La moyenne donnait exactement la quantité de chlore. Le poids des chlorures étant connu, on obtenait par différence la quantité de phosphore. On avait ainsi tous les éléments pour calculer les poids du protochlorure et du perchlorure de phosphore, car deux poids déterminés de chlore et de phosphore répondent à un certain mélange de protochlorure et de perchlorure. Connaissant le poids du protochlorure, on pouvait calculer le volume qu'il occupait dans le mélange de vapeur.

» Le volume total de ce mélange était donné par la capacité du ballon et ramené par le calcul à zéro et $0^{m},76$. La différence entre le volume du protochlorure et le volume total diminué de celui de l'air restant donnait le volume du perchlorure, dont le poids était déterminé d'autre part.

» A l'aide de la méthode qui vient d'être décrite on a fait les expériences résumées dans le tableau de la page 607 et qui conduisent aux résultats indiqués page 608.

ORDRE des EXPÉRIENCES.	EXCÈS DE POIDS DU BALLON.	TEMPÉRATURE de la BALANCE.	TEMPÉRATURE DU BAIN.	PRESSION.	CAPACITÉ DU BALLON.	AIR RESTANT.	VOLUME de LA SOLUTION acide.	ANALYSE DE LA SOLUTION ACIDE.
I.......	gr 0,9763	° 21,5	° 166,0 165,4 (corrigé).	mm 763,7	cc 309,0	1cc	"	Quantité totale de AgCl 4gr,364.
II.......	1,0740	21,0	165,5 164,9 (corrigé).	762,2	290,5	1cc	cc 1115,0	200cc ont donné..... gr 0,8503 de AgCl. 400cc ont donné..... 1,6985 de » Moyenne pour 200cc. 0,8497 de »
III......	1,226	12,1	175,0 174,28 (corrigé).	758,5	410,5	5cc,5 T. 8° P. 771mm,8	1000,5	150cc ont donné..... 0,8372 de AgCl. 200cc ont donné..... 1,1136 de » Moyenne pour 200cc. 1,1154 de » 250cc ont donné..... 0,3038 de $Ph^2Mg^2O^7$.
IV......	0,895	8,8	176,0 175,26 (corrigé).	762,2	285,0	1cc,5	1077,5	200cc ont donné..... 0,760 de AgCl. 250cc ont donné..... 0,9505 de » Moyenne pour 200cc. 0,7602 de » 200cc ont donné..... 0,1565 de $Ph^2Mg^2O^7$.
V.......	0,914	11,7	176,0 175,26 (corrigé).	756,0	279,5	3cc,3 T. 40°	1000,0	200cc ont donné..... 0,8308 de AgCl. 250cc ont donné..... 1,0365 de » Moyenne pour 200cc. 0,8300 de » 250cc ont donné..... 0,2032 de $Ph^2Mg^2O^7$.
VI......	0,8785	5,5	171,0 170,34 (corrigé).	759,0	278,5	2cc,0 T. 35°	1118,5	200cc ont donné..... 0,7123 de AgCl. 250cc ont donné..... 0,889 de » Moyenne pour 200cc. 0,7118 de »
VII.....	1,228	5,4	177,0 176,24 (corrigé).	756,2	369,0	1cc,7 T. 20°	1000,0	200cc ont donné..... 1,1252 de AgCl. 250cc ont donné..... 1,409 de » Moyenne pour 200cc. 1,1262 de »
VIII....	1,0075	9,2	170,0 169,35 (corrigé).	747,7	294,0	6cc,6 T. 39°	1000,0	200cc ont donné..... 0,9078 de AgCl. 250cc ont donné..... 1,1334 de » Moyenne pour 200cc. 0,9073 de » 250cc ont donné..... 0,2113 de $Ph^2Mg^2O^7$
IX......	0,991	12,0	161,0 160,47 (corrigé).	757,6	305,5	1cc,2 T. 32°	1012,1	100cc ont donné..... 0,4393 de AgCl. 200cc ont donné..... 0,8775 de » Moyenne pour 100cc. 0,4391 de » 250cc ont donné..... 0,2327 de $Ph^2Mg^2O^7$.
X.......	0,934	18,0	166,0 165,4 (corrigé).	750,0	268,0	0cc,4 T. 28°	1000,0	200cc ont donné..... 0,8365 de AgCl. 250cc ont donné..... 1,0478 de » Moyenne pour 200cc 0,8354 de » 250cc ont donné..... 0,2016 de $Ph^2Mg^2O^7$.
XI......	0,976	22,0	176,5 175,75 (corrigé).	766,7 766 en ferment.	296,0	1cc,6 T. 32°	1000,0	200cc ont donné..... 0,8772 de AgCl. 250cc ont donné..... 1,0954 de » Moyenne pour 200cc. 0,87675 de »
XII.....	0,974	21,4	174,0 173,29 (corrigé).	764,0	286,0	2cc,0 T. 31°	1000,0	250cc ont donné..... 0,0968 de AgCl. 250cc ont donné..... 1,0961 de » Moyenne pour 250cc. 1,0965 de » 250cc ont donné..... 0,209 de $Ph^2Mg^2O^7$.

Ordre des expériences..	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Volume de la vapeur du perchlorure........	49,2 cc	83,4 cc	55,5 cc	62,2 cc	77,1 cc	39,5 cc	121,8 cc	94,4 cc	54,4 cc	90,9 cc	75,6 cc	97,8 cc
Densité de vapeur du perchlorure........	7,25	7,38	7,74	7,06	7,03	8,30	6,88	7,16	7,44	6,80	7,00	6,68
Pression partielle......	194 mm	338 mm	168 mm	271 mm	343 mm	174 mm	411 mm	394 mm	214 mm	413 mm	318 mm	423 mm

» Les chiffres obtenus, dans cette série de douze expériences, pour la densité de vapeur du perchlorure de phosphore, sont plus élevés que les chiffres obtenus dans la première série d'expériences. Parmi ces nouveaux chiffres, sept se confondent sensiblement avec le chiffre théorique 7,217, quatre autres s'en rapprochent plus ou moins, un seul montre un écart assez notable : c'est le chiffre 8,30, obtenu dans la sixième expérience. En ce qui concerne ce dernier chiffre, on voudra bien remarquer qu'il est déduit du poids de $39^{cc},5$ de vapeur de perchlorure. Ce volume est peu considérable; la moindre erreur commise dans l'analyse du mélange du protochlorure et du perchlorure a dû affecter considérablement le résultat. De fait, c'est là le côté délicat de la méthode suivie. La différence de composition du protochlorure et du perchlorure de phosphore se traduit par une différence de 7,682 pour 100 dans la quantité de chlore. Pour apprécier exactement la proportion du mélange, il était donc nécessaire d'apporter les plus grands soins dans les dosages de chlore. Aucune précaution n'a été négligée à cet égard. Dans toutes les expériences, on a répété les dosages de chlore; dans sept expériences, on a dosé le phosphore comme contrôle, et l'on a constaté que les poids des chlorures, déterminés par la pesée du ballon, ne diffèrent que par quelques milligrammes, au plus, des poids des chlorures déterminés par l'analyse.

» J'ai relaté à dessein toutes les expériences, même celles qui ont donné lieu à quelques écarts, pour qu'on soit en mesure d'apprécier le degré de confiance qu'elles méritent les unes et les autres; mais, quand on considère, d'une part, les difficultés de la méthode et, de l'autre, cette circonstance que, sur douze expériences, sept ont conduit exactement au résultat désiré, et que les cinq autres ont donné des chiffres oscillant tantôt au-dessus, tantôt au-dessous, on peut, à bon droit, accorder quelque confiance à la moyenne de toutes ces expériences. Cette moyenne est exprimée par le chiffre 7,226 pour la densité du perchlorure de phosphore, alors que le chiffre théorique est 7,217. La concordance est parfaite, comme on voit, et l'on est autorisé à conclure que la vapeur du perchlorure de phosphore présente la condensation normale en 2 volumes, lorsqu'on parvient à empêcher la dissociation de la molécule. On y a réussi, dans les expériences qui précèdent, en faisant volatiliser la vapeur dans un espace saturé

d'un des produits de la dissociation. Et il est à remarquer que la température où la densité a été prise a été supérieure à celle du point d'ébullition et très-voisine de la température (182 degrés), où M. Cahours avait observé la densité 5,078.

» Il est permis de déduire des expériences qui ont été décrites les conclusions suivantes :

» La densité de vapeur normale du perchlorure de phosphore est celle d'une combinaison *atomique* non dissociée. Si 2 volumes de vapeur de protochlorure renferment 3 atomes de chlore pour 1 atome de phosphore, 2 volumes de vapeur de perchlorure renferment 5 atomes de chlore pour 1 atome de phosphore. Il n'y a aucune raison d'admettre que, parmi ces 5 atomes de chlore, 2 soient dans un autre état que les 3 autres. Tous les cinq sont combinés avec 1 atome de phosphore, et les 6 atomes, ainsi unis, forment la combinaison *atomique* qui est le perchlorure de phosphore. Si donc dans le protochlorure, combinaison non saturée, le phosphore ne manifeste que 3 atomicités, comme dans l'hydrogène phosphoré, il en manifeste 5 dans le perchlorure : dans ce dernier, le phosphore joue le rôle d'un élément pentatomique. »

« M. Regnault fait remarquer que les lois sur les volumes des gaz ne peuvent être vraies que pour les gaz qui ont sensiblement la même dilatation et suivent la même loi de compressibilité. Aucun de nos gaz ne satisfait rigoureusement à ces conditions, qui sont les *lois limites* suivies par des fluides non matériels; mais il s'en rapproche d'autant plus qu'on l'étudie sous des pressions plus faibles et à plus haute température. C'est pour cela que M. Regnault a insisté sur la nécessité de prendre les densités de vapeur sous de faibles pressions et à des températures de plus en plus élevées, pour s'assurer que le coefficient de dilatation diffère peu de celui de l'air et ne diminue pas avec l'élévation de température.

» Le procédé de M. Dumas s'applique facilement à ces déterminations. Il suffit de mettre le col du ballon en communication avec une atmosphère artificielle, dont on maintient la pression constante et aussi faible que l'on veut. On élève ensuite la température du bain pour distiller la substance.

» En faisant deux expériences sous même pression, mais à températures différentes, on a la dilatation du gaz sous cette pression. Deux expériences, à même température et sous pressions différentes, donnent la loi de compressibilité. Si la densité est la même dans toutes les expériences, on peut la considérer comme la *densité théorique*, la *densité limite*.

» M. Regnault fait remarquer aussi que, dans ses Mémoires sur les forces élastiques des vapeurs et sur l'ébullition des liquides superposés, il a insisté sur la nécessité de distinguer l'état statique et l'état dynamique du phénomène. Ce n'est que dans l'état statique que l'on peut trouver les lois simples; dans les cas dynamiques, c'est-à-dire de distillation continue, le phénomène est influencé par la manière dont on applique la chaleur. »

« M. Wurtz fait remarquer que les conditions où il s'est placé pour déterminer la densité de vapeur du perchlorure de phosphore sont précisément celles qu'indique M. Regnault. Dans toutes les expériences la vapeur supportait de faibles pressions. »

HYDROLOGIE. — *Des sources du bassin de la Seine;* par M. **Belgrand.**

« Ces études, commencées vers 1836, ont été reprises en 1854, sur la demande du Préfet de la Seine. Elles ont été continuées sans interruption jusqu'en 1863.

» Le problème que j'avais à résoudre peut se formuler ainsi : Trouver des sources aussi peu chargées de matières en dissolution que l'eau de la Seine, assez abondantes pour alimenter Paris, et assez élevées pour être dérivées aux points culminants de la ville par le simple effet de la gravité.

» Dans la plupart des villes où des travaux de ce genre ont été exécutés, l'opinion publique désignait à l'avance une ou plusieurs grandes sources aux ingénieurs, dont les recherches étaient ainsi bien simplifiées; mais il n'en était point ainsi à Paris. La portée des deux aqueducs qui ont été entrepris a été fixée à 140000 mètres cubes par vingt-quatre heures ou à 1620 litres par seconde; on ne pouvait trouver un tel volume d'eau que dans de très-grandes sources, et la notoriété publique n'en désignait pas une seule.

» Les études préliminaires firent reconnaître que celles parmi lesquelles on pouvait faire un choix étaient au moins à 100 kilomètres de Paris. Une classification méthodique des sources du bassin de la Seine était donc indispensable, et les études prenaient un caractère scientifique.

» Les sources du bassin de la Seine ne contiennent pour ainsi dire d'autres matières minérales en dissolution que des sels terreux. J'ai donc classé leurs eaux par ordre de dureté, et en tenant compte de la nature géologique des divers terrains desquels elles émergent. Je me suis servi de l'hydrotimètre pour faire cette première classification, et j'ai essayé ainsi

près de 400 sources. L'eau des sources jugées dignes d'être conduites à Paris a été soumise à des analyses complètes.

» J'appelle *lieux de sources*, les surfaces ou les lignes de terrain, sur lesquelles jaillissent les sources. Ces lieux peuvent être continus ou discontinus.

» J'appelle *grande source, très-grande source*, toute source débitant plus de 20 litres et plus de 100 litres d'eau par seconde.

» Les lieux de sources du bassin de la Seine se divisent en quatre classes :

» Première classe : Sources des terrains imperméables.

» Deuxième classe : Sources des terrains perméables.

» Troisième classe : Niveaux d'eau, sources issues d'un terrain perméable recouvrant un terrain imperméable. Le lieu de ces sources est la ligne d'affleurement de la surface de contact de ces deux terrains.

» Quatrième classe : Sources artésiennes. Je donne ce nom à des sources qui sortent, par un puits, d'une nappe d'eau emprisonnée sous un terrain imperméable.

» J'examinerai très-sommairement les sources de première et de troisième classe, qui n'ont d'importance que pour les lieux habités voisins de leur point d'émergence. Les cours d'eau qu'elles alimentent coulent très-faiblement dans la saison chaude, et sont sans action sur le régime des basses eaux du fleuve et de ses grands affluents. Ils sont sans utilité pour l'industrie, qui les qualifie du nom de *mauvais cours d'eau* et les abandonne presque toujours à la petite meunerie.

» Les sources vraiment importantes sont donc celles de la troisième classe, c'est-à-dire celles des contrées dont toute la surface est perméable; c'est ce qui résultera de la discussion qui va suivre.

» Je signalerai, en passant, les sources de la quatrième classe, qui sont toutes très-intéressantes.

Première classe : Sources des terrains imperméables.

» Si un terrain était absolument imperméable, il ne laisserait jaillir aucune source, puisque toutes les eaux pluviales ruisselleraient à sa surface; mais il n'en est pas ainsi : le terrain le plus imperméable absorbe une certaine quantité d'eau et peut produire des sources souvent très-nombreuses, mais toujours très-petites.

» *Granite-Morvan*. Surface, 1685 kilomètres carrés; hauteur moyenne annuelle de pluie de 1000 à 1800 millimètres; titre hydrotimétrique des eaux de sources de 2 à 7 degrés. —

Le Morvan est la région la plus pluvieuse du bassin de la Seine. Malheureusement la grande quantité d'eau qui tombe à sa surface s'écoule par des crues violentes et de courte durée; elle est donc presque entièrement perdue pour les sources. Une petite partie pénètre cependant dans les nombreuses fissures superficielles du granite, et donne naissance à une multitude de petites sources qui fournissent aux hameaux du Morvan une eau limpide et très-agréable à boire, mais trop peu abondante pour les besoins d'une grande ville.

» *Lias-Auxois*. Surface, 2520 kilomètres carrés; hauteur moyenne de pluie, 732 millimètres; titre hydrotimétrique de l'eau des sources de 17°,50 à 120 degrés. Sources très-petites et très-rares; eau de mauvaise qualité; cours d'eau très-violents en hiver, à sec pour la plupart en été. — Les habitants de l'Auxois, une des régions les plus riches en prairies du bassin de la Seine, manquent souvent d'eau en été, même pour les besoins de leur bétail.

» *Terrain crétacé inférieur. Champagne humide*. Surface, 7185 kilomètres carrés; hauteur moyenne annuelle de pluie, 671 millimètres.

» *Étage inférieur*. — Terrain néocomien, très-argileux et imperméable. Comme le lias, presque privé de sources. On y remarque cependant quelques sources énormes, qui se montrent au jour, en traversant les argiles néocomiennes, par de véritables cheminées de puits artésiens, et paraissent provenir des calcaires oolithiques supérieurs : ces sources appartiennent par conséquent à la quatrième classe. Voici leurs noms :

» Source de la Barse, à Vendeuvre (Aube); source de la Laines, à Soulaines (Aube); source de la Voire, à Sommevoire (Haute-Marne); source de l'Ornel, à Sommelone (Meuse). Le titre hydrotimetrique de l'eau de ces sources est assez élevé : il est compris entre 22 et 24 degrés.

» *Étage supérieur*. — Greensand et gault. Titre hydrotimétrique des sources de 7 à 12 degrés. Beaucoup plus sablonneux et moins imperméable que l'étage inférieur, le Greensand donne naissance à une multitude de petites sources d'une eau très-peu chargée de matières minérales, mais souvent troublée et, en somme, peu agréable à boire. On sait que c'est de ce terrain que la sonde fait jaillir l'eau des grands puits artésiens de Paris.

» Les très-nombreux cours d'eau du terrain crétacé inférieur, violents en hiver, coulant faiblement en été, tarissent souvent, et sont délaissés par la grande industrie.

» Je ne dirai rien des sources des autres terrains imperméables, qui ne méritent même pas d'être nommées.

SOURCES DE LA TROISIÈME CLASSE : NIVEAUX D'EAU.

» Ces sources sont d'une grande importance locale. Les villages suivent, si je puis m'exprimer ainsi, les lignes de contact des terrains perméables et imperméables, où ils trouvent, dans de nombreuses sources, l'eau qui leur est nécessaire; mais ces sources sont rarement importantes; les cours d'eau qu'elles alimentent sont faibles en été, sans action sur le régime du fleuve et dédaignés par la grande industrie. J'indiquerai donc très-sommairement les résultats de mes recherches.

» *Niveau d'eau du calcaire à entroques*, au contact de ce calcaire et du lias. Titre hydrotimétrique des sources, de 17 à 21 degrés. Eau excellente et très-agréable à boire. Le déve-

loppement de ce lieu de source dépasse 600 kilomètres; il contourne cette plaine argileuse qui entoure le Morvan, et qu'on nomme *Bazois* et *Auxois*. On le retrouve aux sources de la Marne et du Rognon. Les sources sont innombrables et, par conséquent, assez petites. Les cours d'eau qu'elles alimentent sont abandonnés à la petite meunerie.

» *Niveau d'eau de la craie marneuse*, au contact de la craie blanche et du terrain crétacé inférieur : limite de la Champagne sèche et de la Champagne humide. Titre hydrotimétrique de l'eau de 15 à 22 degrés; eau excellente, sources assez petites, cours d'eau faibles en été.

» *Niveau d'eau de l'argile plastique*, au contact des sables du calcaire grossier ou des sables tertiaires inférieurs et de l'argile plastique. Titres hydrotimétrique des sources, de 20 à 35 degrés. Ce lieu de sources contourne les plateaux du Laonnais, du Soissonnais, du Vexin français, et festonne plusieurs vallées du Tardenois, du Valois, de la plaine Saint-Denis. On le retrouve sur les bords de la Marne, entre Épernay et Meaux, au sommet des falaises qui séparent la Champagne de la Brie, etc. Les sources sont très-nombreuses et assez petites; cependant plusieurs sont bien groupées et auraient pu être dérivées vers Paris, si elles n'étaient pas trop chargées de sels terreux.

» *Niveau d'eau des marnes vertes, au contact des meulières de la Brie, et des marnes vertes. Partie gypsifère comprise entre Meulan et Château-Thierry.* — Titre hydrotimétrique de 27 à 155 degrés. Ces sources, dont l'eau contient jusqu'à 2 grammes de sulfate de chaux par litre, sont à la fois les plus mauvaises et les plus importantes du bassin de la Seine. Elles sont impropres à tout usage domestique, mais c'est à elles que les splendides châteaux de Ferrières, Vaux, Petitbourg, Saint-Germain et toutes ces charmantes villas de Ville-d'Avray, Meudon, Bellevue, Lucienne, Feuillancourt, Montmorency, Brunoy, Ris, Evry, Petit-Brie, etc., doivent leurs beaux ombrages et leurs pièces d'eau.

» *Partie non gypsifère, entre Château-Thierry et la Champagne.* — Titre hydrotimétrique de l'eau de 19 à 30 degrés. On trouve, dans cette partie de la Brie, beaucoup de sources de bonne qualité; quelques-unes sont très-considérables : tel est le Sourdon, source du Cubry, petite rivière qui tombe dans la Marne à Épernay. Le Sourdon est une très-grande source, qui ne débite jamais moins de 100 litres d'eau par seconde; son titre hydrotimétrique est de 20 degrés.

DEUXIÈME CLASSE : SOURCES DES TERRAINS ENTIÈREMENT PERMÉABLES.

» Lorsque la surface d'une contrée est entièrement perméable, toutes les eaux pluviales, qui ne sont pas enlevées par l'évaporation ou la végétation, s'abaissent, vers les vallées les plus profondes, en nappes discontinues dans les terrains calcaires, continues dans les terrains sablonneux et alimentent, par de grandes sources, les rares cours d'eau disséminés à la surface du pays.

» Les *lieux* de sources de ces terrains sont donc les prairies humides et même tourbeuses qui tapissent le fond des grandes vallées. Ces *lieux* sont représentés, sur la carte, par les lignes mêmes qui figurent les cours d'eau. Il n'y a pas d'autres sources dans le reste du pays; les vallées moins

profondes, les coteaux, les plateaux restent à sec en toute saison. C'est un des caractères les plus frappants et les plus singuliers des terrains perméables. Un examen sommaire de la carte fait voir que ces *lieux* de sources sont très-écartés les uns des autres. Les bassins qui les alimentent sont donc très-étendus; on est porté à conclure de là qu'on doit y trouver des sources considérables, et c'est ce qui a lieu en effet.

» C'est donc dans les sources du deuxième genre, plus spécialement, qu'on a dû chercher l'eau nécessaire à l'alimentation de Paris. Les ruisseaux des terrains perméables sont les seuls qui soient abondamment alimentés en été, les seuls qui soient qualifiés, par l'industrie, du nom de *bons cours d'eau*.

» *Terrains oolithiques. — Bourgogne, Lorraine, Champagne.* Surface, 13950 kilomètres carrés; hauteur annuelle de pluie, 847 millimètres. — Ces terrains se divisent en trois étages: étage inférieur, calcaire à entroques, *terre à foulon*, grande oolithe, c. portlandien, étage moyen, *terrain oxfordien*, c. corallien; étage supérieur, *marnes kimméridgiennes*, c. portlandien. Les noms écrits en italiques s'appliquent à des formations marneuses perméables. Ces terrains sont disposés de telle sorte que, le plus bas dans l'échelle géologique, se montre dans la partie la plus haute du fond des vallées et disparaît en plongeant sous la formation suivante.

» Il résulte de là une disposition singulière de sources. Tous les cours d'eau ont leur source au fond d'une vallée d'un des terrains demi-perméables. En traversant la formation de calcaire non marneux qu'ils rencontrent en aval, ils s'épuisent ou même tarissent; mais ils renaissent plus abondants dans de grandes sources, que le terrain perméable laisse échapper avant d'atteindre la formation marneuse sous laquelle il disparaît. Cette loi se vérifie dans toute l'étendue des terrains oolithiques du bassin de la Seine.

» Chaque étage des terrains oolithiques donne donc naissance à des groupes de très-grandes sources jaillissant alternativement de terrains marneux et de calcaires non marneux; je ne puis donner même les noms de ces sources sans sortir des limites qui me sont imposées. Leurs belles eaux bleues, d'une splendide limpidité, se troublent à peine par l'effet du chlorure de baryum : elles ne renferment donc qu'une quantité insignifiante de sulfate de chaux.

» Les sources des terrains marneux sont trop chargées de carbonate de chaux et sont incrustantes. Quelques-unes ont formé de véritables montagnes de tuf. Leur titre hydrotimétrique est compris entre 22 et 34 degrés.

» Les sources des calcaires non marneux sont rarement incrustantes; leur titre hydrotimétrique est compris entre 17 et 26 degrés.

» Les sources des terrains oolithiques donnent une grande importance industrielle aux rivières, qu'elles alimentent abondamment en été. Autrefois ces rivières actionnaient de nombreuses forges et hauts fourneaux, dont la plupart n'ont pas résisté au traité de commerce et se sont éteints. Elles font tourner aussi quelques grands moulins.

» Outre ces sources pérennes, on trouve, dans les formations marneuses, certaines sources

considérables, qui ne coulent qu'en hiver à la suite de grandes pluies, souvent même à peine pendant quelques jours. Je leur ai donné le nom de *sources éphémères*, que j'ai étendu à toutes les sources qui coulent seulement pendant l'hiver, et sont à sec pendant l'été. C'est à ces sources que les rivières de la Bourgogne doivent leurs crues limpides qui ont une si grande action sur celles des fleuves. Une grande partie des eaux pluviales s'y perd, au détriment des sources pérennes. La plupart des sources éphémères n'ont pas de nom. Quelques-unes, voisines des lieux habités, sont nuisibles, et portent des noms tels que ceux-ci : la *Peute-Gueule* (la *Laide-Gueule*) la *Peute-Fosse*, *Fontaine-la-Sèche*, etc.

» *La craie blanche, Champagne pouilleuse.* — Surface totale, 14925 kilomètres carrés. Je désigne sous le nom de *craie blanche* tout le terrain compris entre les terrains tertiaires et la craie glauconieuse. Terrain très-perméable. Cours d'eau beaucoup plus rares encore que ceux des calcaires oolithiques. Sources reléguées le long de ces cours d'eau, au fond des vallées les plus profondes.

Champagne sèche et pays d'Othe.

Hauteur annuelle de pluie........	Champagne sèche............	489^{mm}
	Pays d'Othe................	585^{mm}
Titre hydrotimétrique des sources..	Champagne sèche, de........	12 à 18°
	Bords de la Brie et pays d'Othe, de	17 à 23°

» La source initiale de chaque cours d'eau porte un nom particulier, précédé soit du mot *font* ou *fontaine* (Fontvanne, Fontaine-Luyères), soit du mot *somme* (Sommesuippes, Sommevesle, Sommetourbe, Sommebionne, Sommeyèvre, Sommepy, Sommesons, Sompuis, Somsois, etc.). La fin du mot est ordinairement le nom du ruisseau. Ces sources initiales sont très-habituellement éphémères. Le cours d'eau pérenne commence à une source située souvent à plusieurs kilomètres en aval. Ces lieux de sources sont souvent continus, et alors le fond des vallées qu'ils occupent est envahi par les marais et la tourbe.

» On trouve, de distance en distance, de très-grandes sources le long de ces marais. Voici les noms des plus importantes que la ville de Paris possède dans la vallée de la Vanne : *Bime de Cerilly, Armantières, Le Maroy, Saint-Philibert, Malhortie, Miroir de Theil, Noé* et dans une vallée voisine *Cochepie*.

» Je donnerai une idée de l'importance industrielle des cours d'eau de la craie, en disant que la Vanne, dont le bassin n'a pas plus de 965 kilomètres carrés, débite 5 mètres cubes d'eau par seconde en étiage ordinaire, lorsque la Seine, à Paris, porte 75 mètres. En temps de sécheresse extraordinaire comme celle de 1870, la plus grande des deux derniers siècles, la portée de la Seine, à Paris, étant réduite à 36 mètres cubes, celle de la Vanne était encore de 2 mètres cubes par seconde. La portée des plus grandes crues ne dépasse pas 14 mètres cubes.

» Quoique les sources de la craie soient aussi limpides que celle des calcaires oolithiques, les rivières qu'elles alimentent sont habituellement louches. La plupart de ces petites rivières sont très-bien alimentées en été ; elles pourraient être utilisées par la grande industrie, beaucoup plus qu'elles ne le sont. On voit sur la Vanne des moulins à 7, 8 et 12 paires de meules.

» *Normandie, Beauvaisis, Bassin de l'Eure.* — Hauteur annuelle de pluie, de 558 à 807 mil-

limètres. Titre hydrotimétrique des sources, de 17 à 24 degrés (une seule par exception a donné 28 degrés). Ces sources qui jaillissent toutes au fond des vallées crayeuses qui drainent les plateaux limoneux du Beauvaisis, du Vexin normand, du pays de Caux, du Lieuvin, du Roumois, etc., etc., ne sont ni moins grandes, ni moins limpides, ni moins agréables que celles de la Champagne. Ainsi le ruisseau de Cailly, près de Rouen, s'alimente dans des sources telles que celles de Mulot, de Clères, de Germiny, qui débitent en basses eaux 220, 175 et 190 litres par seconde. La portée de la rivière est, en basses eaux ordinaires, de 2800 litres; en 1870, elle est tombée à 1750 litres par seconde.

» En aucune autre partie du bassin de la Seine ces excellents cours d'eau ne sont mieux utilisés par l'industrie qu'en Normandie. On compte sur le cours de Cailly, dont le bassin a 365 kilomètres carrés de surfaces, 104 usines qui utilisent 165 mètres de chute, savoir : 21 moulins à blé, 66 filatures, 1 papeterie, 2 usines métallurgiques, 1 atelier de tissage, 7 scieries, 5 indienneries et 1 atelier d'apprêt. Ces usines développent une force de 1083 chevaux-vapeur. Cette petite rivière doit cette énorme puissance industrielle à l'abondance des sources de la craie. Tous les autres cours d'eau des localités indiquées ci-dessus ont un régime analogue.

» *Terrains tertiaires perméables compris entre l'argile plastique et les marnes vertes. Tardenois, Soissonnais, Valois, Senlissois, Vexin français, vallées de la Brie.* — Surface totale, 4637 kilomètres carrés.

» Hauteur annuelle de pluie, 600 millimètres. Titre hydrotimétrique des sources, de 22 à 46 degrés. Ces sources se divisent en deux catégories. Les unes, qui jaillissent dans la région gypsifère, entre Meulan et Château-Thierry, contiennent beaucoup de sulfate de chaux; les autres, situées en dehors de cette région, se troublent à peine par le chlorure de baryum, et ne renferment pas plus de $0^{gr},01$ de sulfate de chaux par litre.

» On trouve de grandes sources au fond des vallées principales des pays nommés ci-dessus. Je ne m'occuperai que de celles de la Brie, qui pouvaient être choisies pour Paris, c'est-à-dire qui jaillissent en dehors des terrains gypsifères. Il y a, dans cette partie de la Brie, trois lieux de sources considérables. Le premier se trouve dans deux petites vallées qui se réunissent à Provins; sur une longueur de quelques kilomètres à peine, jaillissent plusieurs sources énormes qui alimentent le Durtein et la Voulzie, et font immédiatement marcher de grandes usines. Le titre hydrotimétrique de ces sources s'élève à 24 degrés.

» Le second lieu de grandes sources est le fond de la vallée du Grand-Morin. Je citerai deux de ces sources, celle du Moulin-au-Comte, qui, par sa pureté, pouvait être choisie pour l'alimentation de Paris, et se trouve à une altitude convenable, et la source de Chailly, la plus grande, je crois, du bassin de la Seine; le jour où je l'ai visitée, en octobre 1857, après une longue sécheresse, elle débitait 500 litres d'eau par seconde; mais son titre hydrotimétrique (25 degrés) est trop élevé et son altitude (86 mètres) est trop basse.

» Le troisième groupe se trouve dans trois petites vallées contiguës, celles de la Dhuis, du Verdon et du Surmelin. Ces sources, dont une surtout, celle de la Dhuis, est considérable, ont un titre hydrotimétrique un peu élevé (23 degrés); mais elles remplissent les autres conditions voulues, et se trouvent à une altitude suffisante pour atteindre la plus grande partie des quartiers hauts de Paris. Je reviendrai sur ces sources dans une prochaine Communication.

» *Sables de Fontainebleau et calcaire de Beauce. Beauce.* — Surface totale, 4420 kilomètres carrés.

Titre hydrotimétrique des sources.	Sables non recouverts par le calcaire de Beauce, de 6 à 22 degrés. Calcaire de Beauce ou sable de Fontainebleau recouvert par le calcaire de Beauce, de 17 à 25 degrés.

» Les sables de Fontainebleau et le calcaire de Beauce sont, avec les formations dures des calcaires oolithiques, les terrains du bassin de la Seine les plus pauvres en cours d'eau; sur le versant de la Seine, on compte quatre cours d'eau en Beauce : l'École, l'Essonne, la Juine et l'Orge. On en compte quatre également sur le versant de l'Eure. Ces cours d'eau sont des lieux de sources presque toujours continus. Par conséquent, les vallées sont envahies par les marais et la tourbe. On y trouve de très-grandes sources. Je citerai notamment celles de la Juine, en amont d'Étampes. L'eau de ces sources est excellente; elles jaillissent à une altitude qui ne dépasse pas 69 mètres. Les cours d'eau qu'elles alimentent coulent abondamment en été : l'Essonne en basses eaux ordinaires ne débite pas moins de $4^{m},50$; dans les sécheresses séculaires de ces dernières années, elle est tombée à $2^{m},80$. L'Orge débitait alors $0^{m},80$. Les chutes sont donc très-recherchées par la grande industrie.

» Ces cours d'eau n'éprouvent que des crues insignifiantes, qui sont sans action sur celles du fleuve. En basses eaux, l'Essonne fournit à elle seule la seizième partie de la portée de la Seine.

» *Plages de gravier des grandes vallées, surtout dans la traversée des terrains crétacés. Plaines de Saint-Florentin, de Villeneuve-la-Guyard, de Vaudes, de Brienne, du Perthois, de la basse Seine.* — Surface totale, 5875 kilomètres carrés.

» Ces terrains n'ont point de cours d'eau qui leur soient propres, ni même de sources. Mais en y creusant des tranchées, on y trouve, à une petite profondeur, une nappe d'eau limpide, s'écoulant vers la rivière qui occupe le thalweg de la vallée. La dureté de ces eaux est très-variable; en amont de Paris, dans la plaine d'Ivry, elles sont chargées de sulfate de chaux et impropres à tout usage domestique; en Champagne, elles sont beaucoup moins dures. Dans la basse Seine, elles sont incrustantes et tapissent le fond du lit du fleuve d'un dépôt de calcaire tendre que les mariniers nomment *falaise*.

» Telle est la classification des sources du bassin de la Seine.

» Je ferai connaître, dans une prochaine Communication, celles qui ont été choisies pour l'alimentation de Paris. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède par la voie du scrutin à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du grand prix de Sciences mathématiques (question relative à l'élasticité des corps cristallisés).

MM. Fizeau, Des Cloizeaux, Bertrand, Phillips, Jamin réunissent la

majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Puiseux, Delafosse, de Saint-Venant, Edm. Becquerel.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du grand prix de Sciences mathématiques (question relative aux modifications qu'éprouve la lumière, par suite du mouvement de la source lumineuse ou de l'observateur).

MM. Fizeau, Bertrand, Jamin, Edm. Becquerel, Puiseux réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Le Verrier, Regnault.

RAPPORTS.

ANALYSE. — *Rapport sur deux Mémoires présentés à l'Académie par M.* Maximilien Marie, *et ayant pour titres, l'un : « Détermination des points critiques où est limitée la région de convergence de la série de Taylor », l'autre : « Construction du périmètre de la région de convergence de la série de Taylor. »*

(Commissaires : MM. Bertrand, Bonnet, Puiseux rapporteur.)

« Lorsqu'une fonction y d'une variable imaginaire x doit satisfaire à une équation algébrique

$$f(x, y) = 0,$$

elle a généralement plusieurs valeurs pour chaque valeur de x. Concevons que x varie d'une manière continue à partir d'une certaine valeur initiale a; choisissons pour la valeur initiale b de y une racine de l'équation

$$f(a, y) = 0,$$

que nous supposerons n'être ni multiple ni infinie, et enfin assujettissons y à varier d'une manière continue avec x Alors y ne cessera pas d'être une fonction finie et déterminée de x, si toutefois on évite de faire prendre à cette variable certaines valeurs critiques dont la définition n'a pas toujours été donnée avec une précision suffisante.

» On peut, en multipliant l'inconnue y par une fonction entière de x, faire en sorte que la nouvelle inconnue ne devienne plus infinie pour aucune valeur finie de x. Cette supposition admise, on a souvent dit que les

valeurs critiques de x sont celles pour lesquelles la fonction y devient une racine multiple de l'équation proposée.

» Cette définition est exacte en général; en effet, pour une telle valeur c de x et pour la valeur correspondante de y, on a

$$\frac{df}{dy} = 0;$$

mais généralement on n'aura pas en même temps

$$\frac{df}{dx} = 0.$$

Alors la racine considérée fera partie d'un groupe de fonctions qui échangent circulairement leurs valeurs lorsque le point M, correspondant à la variable x (*), décrit un cercle infiniment petit autour du point C correspondant à c. Lors donc que le point mobile M suivra un chemin passant par le point C, la valeur de y cessera au delà de ce point d'être complétement déterminée; car si l'on déforme un peu le chemin sans en changer les extrémités, la valeur finale de y sera différente, selon que le point M aura passé d'un côté ou de l'autre du point C.

» Mais si au point C on avait à la fois

$$\frac{df}{dx} = 0, \quad \frac{df}{dy} = 0,$$

il pourrait arriver que la fonction y ne s'échangeât avec aucune autre autour de ce point, et restât par conséquent déterminée, lorsqu'on le franchirait; c'est ce qui aurait lieu, par exemple, si les dérivées partielles $\frac{d^2f}{dx^2}$, $\frac{d^2f}{dy^2}$ n'étaient nulles ni l'une ni l'autre, non plus que l'expression

$$\frac{d^2f}{dx^2}\frac{d^2f}{dy^2} - \left(\frac{d^2f}{dx\,dy}\right)^2.$$

Dans ce cas, la valeur c de x ne serait pas véritablement critique.

» Pour éviter les exceptions que comporte la définition précédente, M. Marie appelle *valeurs critiques de x* les valeurs qui rendent infinie y ou l'une de ses dérivées. Cette définition nous semble préférable à l'autre,

(*) Nous entendons par là, suivant l'usage, le point qui a pour coordonnées rectangulaires la partie réelle et le coefficient de $\sqrt{-1}$ dans la valeur de x.

surtout quand on se propose d'étudier les conditions de possibilité du développement de la fonction y par la série de Taylor.

» M. Marie s'est occupé spécialement de ce dernier problème, que l'on peut poser comme il suit : Étant données la valeur initiale a de x et la valeur correspondante b de y, trouver dans quelles limites la fonction y peut être développée en une série convergente ordonnée suivant les puissances entières et positives de $x - a$.

» On sait par les travaux de Cauchy qu'un tel développement subsiste tant que le point mobile M, correspondant à x, reste dans l'intérieur d'un cercle, qui a pour centre le point A correspondant à a et qui ne renferme aucun point critique, c'est-à-dire aucun point correspondant à une valeur critique de x.

» Mais il convient de faire ici une distinction sur laquelle M. Marie insiste dans son premier Mémoire. Le point M, décrivant un chemin continu à partir de la position initiale A, peut arriver dans une position C qui soit critique pour quelques-unes des valeurs de y, que détermine l'équation

$$f(x, y) = 0,$$

et qui ne le soit pas pour les autres. Dans ce cas, la circonférence décrite du point A comme centre avec AC pour rayon ne limitera la convergence de la série que si le point C est critique pour la racine particulière y que l'on considère. Il ne serait donc pas exact de dire d'une manière générale que la convergence est limitée par la circonférence dont le rayon est la distance du point A au plus voisin de tous les points critiques répondant aux diverses racines de l'équation

$$f(x, y) = 0.$$

» Cette distinction n'a sans doute pas échappé à la plupart des Géomètres qui se sont occupés de ces questions; cependant elle n'a pas toujours été formulée assez nettement, et le rapporteur pourrait citer un passage de ses propres écrits d'où il semblerait résulter que la circonférence de moindre rayon donne toujours la limite de la convergence. Il est vrai que cette interprétation se trouve démentie par un autre passage du même Mémoire; mais enfin on doit reconnaître que, si l'erreur n'a pas existé dans l'esprit de l'auteur, son langage n'a pas été suffisamment correct. Quoi qu'il en soit, M. Marie a eu raison d'insister sur la nécessité de faire cesser la confusion qui pourrait rester à cet égard dans quelques esprits (*).

(*) Dans le préambule de son travail, M. Marie signale plusieurs auteurs comme n'ayant

» Cette remarque faite, M. Marie s'est proposé de traiter la question suivante :

» Une équation

$$f(x, y) = 0$$

étant donnée, et une fonction particulière y étant choisie parmi celles que détermine l'équation, assigner le rayon du cercle de convergence correspondant à une valeur initiale donnée de x.

» On voit aisément que ce problème se ramène à celui-ci :

» Étant donnés deux points A et B correspondant à des valeurs a et b de x, étant donnée de plus, parmi les racines de l'équation

$$f(a, y) = 0,$$

celle qu'on regarde comme la valeur initiale de y, assigner, parmi les racines de l'équation

$$f(b, y) = 0,$$

celle qui est la valeur finale de y, en supposant connu le chemin par lequel le point mobile correspondant à la variable x est allé de A en B.

» La solution générale de ce problème dépasse sans doute les forces actuelles de l'Analyse, et les procédés qu'on peut imaginer pour le traiter ne sont pratiquement applicables qu'à des équations d'une simplicité exceptionnelle. La méthode que M. Marie propose de suivre, et qu'il a effectivement appliquée à plusieurs exemples, repose sur un mode de représentation des imaginaires qui lui est propre et qui consiste à considérer les valeurs

$$x = \alpha + \beta i, \quad y = \alpha' + \beta' i,$$

satisfaisant à l'équation

$$f(x, y) = 0,$$

comme répondant à un point réel, ayant $\alpha + \beta$ pour abscisse et $\alpha' + \beta'$ pour ordonnée. Il arrive ainsi à représenter la marche des solutions imaginaires d'une équation

$$f(x, y) = 0,$$

---

pas connu la vraie limite de la région de convergence; à notre avis, on peut tout au plus leur reprocher des inexactitudes de rédaction qui s'expliquent par cette circonstance, que la limitation précise de la convergence était inutile aux recherches de ces géomètres. Quant à MM. Briot et Bouquet, que M. Marie comprend dans ses critiques, nous n'avons aperçu dans leurs Ouvrages aucun passage qui y donnât prise.

à l'aide d'une suite de courbes réelles auxquelles il donne le nom de *conjuguées*. Il fait connaître diverses propriétés de ces lignes, et c'est par une discussion fondée sur leur forme et leur situation qu'il cherche à établir la correspondance entre les valeurs initiales et finales de la fonction.

» Vos commissaires n'ont vu là ni une solution complète du problème, ni un moyen de l'aborder plus facilement : quelques-uns des exemples particuliers auxquels l'auteur applique sa méthode ont été traités par l'un de nous à l'aide du mode de représentation ordinaire de la variable x, et il nous a semblé qu'on arrivait ainsi plus simplement et plus naturellement au but.

» Pour justifier notre manière de voir, il faudrait entrer dans des développements qui donneraient à ce Rapport une étendue exagérée. Nous nous bornerons donc à proposer à l'Académie de remercier M. Marie de ses Communications, dans lesquelles il insiste avec raison sur des distinctions qui n'avaient pas été faites avec assez de précision, tout en déclarant que les méthodes de l'auteur ne nous paraissent pas avoir une supériorité réelle sur celles dont les géomètres ont jusqu'ici fait usage. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches relatives à l'action de la corde du tympan sur la circulation sanguine de la langue;* par M. A. VULPIAN.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Dans ma précédente Communication, j'ai montré qu'il n'est plus possible de douter aujourd'hui de la distribution d'une partie de la corde du tympan à la langue. M. Prevost, de Genève, constatait de son côté, par le même procédé expérimental, la réalité de ce fait anatomique.

» On sait bien maintenant, par les recherches de M. Cl. Bernard, quel est le rôle physiologique de la partie de la corde du tympan qui se détache du nerf lingual pour aller se rendre à la glande sous-maxillaire; mais on n'a émis jusqu'ici que des opinions contestables ou inexactes sur la fonction de la partie de ce filet nerveux qui accompagne le nerf lingual, et que l'on peut suivre dans les rameaux de ce nerf jusqu'à une faible distance de leurs terminaisons. Ainsi l'on a admis, mais sans le prouver directement, que la corde du tympan peut avoir pour fonction de faire ériger

les papilles linguales au moment de leur contact avec les substances sapides. Cette hypothèse avait pour but d'expliquer les faits bien connus d'altération du goût dans une des moitiés de la langue, lorsque le nerf facial du côté correspondant est atteint, chez l'homme, par une lésion siégeant au-dessus du point où la corde du tympan se sépare de ce nerf. D'autres physiologistes, mus aussi par le désir de trouver l'explication de ce fait, ont imaginé que la corde du tympan est le nerf gustatif véritable de la moitié antérieure de la langue; d'après eux, le nerf lingual proprement dit ne serait qu'un nerf de sensibilité commune. M. Lussana a tenté de démontrer l'exactitude de cette manière de voir, en se fondant sur des faits anatomiques, physiologiques et pathologiques. On peut dire que, malgré ses efforts, ce physiologiste n'a pas réussi à convaincre tous ses contradicteurs.

» La corde du tympan nous apparaît, en réalité, comme un nerf exerçant surtout une action centrifuge. Il ne saurait y avoir aucun doute pour la partie de ce nerf qui se rend à la glande sous-maxillaire : c'est bien un filet nerveux à action centrifuge, puisqu'en excitant le bout périphérique de ce filet, coupé transversalement, on produit, comme l'a montré M. Cl. Bernard, et une activité plus grande de la sécrétion salivaire, et la dilatation des artérioles avec accélération du cours du sang dans les capillaires, etc.

» En est-il autrement de la partie de la corde du tympan qui se distribue à la langue avec le nerf lingual? Mes expériences récentes ne me permettent pas d'affirmer que cette partie de la corde du tympan ait une action exclusivement centrifuge; mais, du moins, elles m'autorisent à dire qu'elle exerce, dans ce sens, une influence remarquable sur la langue.

» Sur des chiens adultes, après avoir coupé transversalement le nerf lingual au-dessous du point où le filet nerveux destiné à la glande sous-maxillaire se sépare de lui, on a électrisé le bout périphérique de ce nerf. On a d'abord constaté ce qu'on avait vu tant de fois, à savoir que l'électrisation de cette partie périphérique du nerf lingual, faite soit à l'aide de courants continus, soit au moyen de courants interrompus, ne provoque aucun mouvement général ou partiel de la langue : les papilles linguales restent aussi tout à fait immobiles. On a vu encore, de la façon la plus nette, qu'il ne se produisait aucune sécrétion ni à la face supérieure ni à la face inférieure de la langue.

» Mais, en même temps que l'on faisait ces observations, l'attention était

vivement attirée par une modification de coloration qui se manifestait chaque fois qu'on électrisait le bout périphérique du nerf lingual. Quelques instants (une à trois secondes) après le début de l'électrisation, la membrane muqueuse de la moitié correspondante de la langue, sur les deux faces de l'organe, commençait à se congestionner, à rougir, et la fluxion sanguine ainsi produite devenait très-prononcée au bout de quelques secondes, puis disparaissait en grande partie lorsqu'on cessait d'exciter le nerf.

» En étudiant avec plus de soin les effets de la section du nerf lingual et ceux de l'électrisation de sa partie périphérique, on voit que la section du nerf produit un faible degré de rougeur congestive de la moitié correspondante de la langue, rougeur qui est permanente. L'électrisation du bout périphérique du nerf détermine une augmentation considérable de cette rougeur. Si l'on examine la face inférieure de la langue, on reconnaît que cette rougeur ne s'étend pas au plancher buccal, tandis qu'elle occupe toute la moitié correspondante de cette face de la langue et la moitié du frein du même côté. On constate que les petits vaisseaux superficiels de cette face inférieure de la langue se dilatent; la veine ranine se gonfle très-visiblement, et le sang aperçu par transparence dans les veinules devient un peu plus rouge qu'auparavant. Il est facile de s'assurer, en ouvrant une de ces veinules ou la veine ranine elle-même, que l'écoulement de sang augmente presque aussitôt qu'on électrise le nerf lingual, pour diminuer lorsqu'on cesse l'électrisation. Enfin on peut aisément constater aussi que la congestion produite par l'électrisation s'accompagne d'une élévation notable de la température. On le reconnaît en touchant comparativement les deux moitiés de la langue; mais on peut mieux s'en convaincre encore en entourant le réservoir d'un thermomètre avec la moitié de la langue, du côté du nerf coupé : on voit, quelques moments après le début de l'électrisation du bout périphérique du nerf, le mercure monter de 1, de 2 ou de 3 degrés en quelques instants, et redescendre lorsqu'on cesse d'électriser le nerf.

» Tous ces phénomènes se manifestent chez l'animal curarisé comme chez l'animal non empoisonné. Sur les chiens faiblement curarisés et soumis à la respiration artificielle, les observations sont plus faciles à faire que lorsque les animaux ont conservé toute l'énergie de leurs mouvements volontaires.

» L'action du nerf lingual sur les vaisseaux de la langue appartient-elle

aux fibres propres de ce nerf, ou bien est-elle dévolue aux fibres anastomotiques provenant de la corde du tympan? Pour savoir ce qu'il en est, j'ai mis à découvert, sur des chiens curarisés, la corde du tympan entre le crâne et le point où elle s'anastomose avec le nerf lingual. Je l'ai électrisée directement, soit en laissant le nerf lingual intact, soit en le coupant préalablement, et j'ai vu se produire dans la langue les divers pénomènes que je viens d'indiquer. D'autre part, en électrisant le bout périphérique du nerf lingual, quelques jours après la section de la corde du tympan, c'est-à-dire après que ce filet nerveux avait perdu sa neurilité, on n'a pas vu se produire cette congestion si marquée, qui ne fait jamais défaut lorsque l'électrisation est pratiquée sur le nerf lingual d'un chien dont les cordes du tympan sont intactes. C'est donc la corde du tympan, et non le nerf lingual proprement dit, qui produit, sous l'influence de l'électrisation, les modifications vasculaires que nous avons observées dans la langue.

» On a examiné, sur plusieurs animaux, si l'électrisation du bout central d'un des nerfs linguaux déterminerait, par action réflexe, une dilatation des vaisseaux de l'autre moitié de la langue; mais il ne s'est produit aucun effet de cette sorte.

» La section du nerf lingual et l'électrisation de son bout périphérique donnent, chez le lapin et le cobaye, des résultats tout à fait semblables à ceux qui ont été constatés chez le chien, et la section de la corde du tympan chez le lapin a aussi les mêmes conséquences que chez le chien. Plusieurs jours après cette section, l'électrisation du nerf lingual correspondant ne fait plus rougir la moitié de la langue du même côté.

» La légère rougeur permanente que l'on observe après la section du nerf lingual, faite soit au-dessus, soit au-dessous du point où le filet nerveux destiné à la glande sous-maxillaire s'en sépare, doit dépendre de la section de quelques fibres sympathiques vaso-constrictives, contenues dans ce nerf.

» On a cherché à faire disparaître cette rougeur en excitant, du côté où le nerf lingual est coupé, soit le nerf hypoglosse, soit le filet nerveux sympathique qui accompagne l'artère linguale, soit les filets qui proviennent du ganglion sous-maxillaire, soit enfin le cordon cervical du grand sympathique. L'excitation électrique du nerf hypoglosse a seule produit un effet appréciable. Chez le chien, il y a eu une faible diminution de la rougeur congestive de la moitié correspondante de la langue; chez le lapin, la rougeur a complétement disparu. Il paraît résulter de ces expériences que ce nerf contient un certain nombre de fibres destinées à déterminer un resserrement des vaisseaux.

» Ces derniers faits ont leur intérêt; mais le résultat qui me paraît surtout mériter l'attention des physiologistes est celui qui consiste dans la dilatation des vaisseaux de la langue, produite par l'électrisation de la corde du tympan, ou des fibres anastomotiques qu'elle donne au nerf lingual. La corde du tympan a donc sur les vaisseaux de la langue la même influence qu'elle a sur ceux de la glande sous-maxillaire; et cette influence se présente dans la langue avec des caractères de simplicité qu'elle n'a pas dans la glande sous-maxillaire; en effet, l'action vaso-dilatatrice n'est pas accompagnée dans la langue, comme dans cette glande, de phénomènes de suractivité sécrétoire.

» L'action de la corde du tympan sur la circulation sanguine de la langue est un nouveau fait à inscrire dans l'histoire physiologique des nerf dilatateurs des vaisseaux.

» Il est possible que l'abolition de l'influence de la corde du tympan sur les vaisseaux de la langue contribue aux modifications du goût que l'on observe, comme nous le rappelions au début de cette Note, dans certains cas de paralysie du nerf facial. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Production industrielle du froid par la détente des gaz permanents et de l'air en particulier;* Mémoire de M. **J. Armengaud**, présenté par M. Jamin. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin, Tresca.)

« Dans une machine frigorifique à air, la source de froid est créée à l'aide d'une masse d'air d'abord comprimée à une certaine tension, ensuite *rafraîchie*, c'est-à-dire dépouillée de la chaleur développée pendant la compression, puis dirigée dans une capacité close, contre un piston où elle se détend, en exerçant un travail mécanique extérieur, travail qu'on utilise pour restituer la majeure partie du travail consommé pour la compression.

» ... Dans la *détente libre*, le froid produit n'est qu'instantané et insaisissable, le jet en s'épanouissant se réchauffe aux dépens de sa propre force vive, qui s'éteint par le choc de ses molécules contre celles du milieu en repos. Au contraire, dans le cas de la *détente mécanique*, qui seul nous occupe ici, le gaz ne prend pas de mouvement sensible et sa chaleur interne est entièrement absorbée par le travail extérieur engendré. L'abaissement

de température est réparti dans toute la masse et dure aussi longtemps qu'on veut; les calories négatives produites peuvent donc être recueillies et consacrées à une destination pratique. *Le travail moteur exigé par la machine est la différence entre le travail dépensé pour la compression et le travail restitué par la détente.*

» Pour calculer le travail de compression, il faut distinguer les deux modes principaux qu'on peut adopter pour rafraîchir la masse d'air, comprimée, c'est-à-dire pour lui enlever le calorique développé par le travail de compression. Le premier mode consiste à opérer le rafraîchissement après la compression, au moyen d'un condenseur distinct du cylindre. Dans le second, on rafraichit pendant la compression, c'est-à-dire qu'on fait en sorte que celle-ci ait lieu à température constante, en ayant soin d'enlever à la masse d'air, et à mesure qu'il tend à devenir sensible, l'échauffement résultant de la compression.

» Pour réaliser ce mode de rafraîchissement, on peut entourer d'eau le cylindre de compression, c'est le moyen qui a été le plus souvent employé; mais le meilleur et le plus efficace est de mettre l'eau en contact avec l'air, en l'introduisant dans la capacité même de compression. Jusqu'ici, ce moyen avait échoué, par la raison que, dans la pratique, il était impossible d'introduire régulièrement une quantité d'eau déterminée, au sein d'une masse d'air, en train de subir la compression. C'est cette difficulté que je suis parvenu à tourner dans la machine dont j'ai posé les principes, en imaginant l'introduction simultanée de l'air et de l'eau dans le cylindre de compression, pendant la période d'aspiration. L'adoption du piston de M. P. Giffard a facilité cette introduction des deux fluides destinés à échanger rapidement leurs caloriques pour fournir un mélange à température à peu près constante.

» Quel que soit le mode adopté pour le rafraîchissement, les formules que j'établis théoriquement sont d'accord avec les résultats des expériences pour la vérification des théorèmes suivants : *Le travail moteur effectif, exigé pour la production du froid par la détente mécanique des gaz ne dépend, pour une masse déterminée, que de la température initiale absolue du gaz à l'entrée dans la machine et du degré choisi pour la détente.* Ce travail croît avec le degré de la détente, suivant une fonction très-simple, qui n'est pas la même pour les deux cas considérés du rafraîchissement, et qui, en choisissant 2 pour le degré de la détente, *est environ deux fois moindre si le rafraîchissement est effectué pendant la compression, au lieu de l'être après.*

» On peut rapporter ledit travail moteur à l'unité de calorie négative,

et obtenir ainsi ce que j'appelle l'équivalent mécanique du froid dans la machine. Cet équivalent ne dépend absolument que du degré de la détente : d'où cette loi qui justifie toutes les prévisions de la théorie de la chaleur, et qu'il est intéressant de contrôler. *Le travail moteur nécessaire dans la machine frigorifique considérée, pour produire un nombre déterminé de calories négatives, est le même pour tous les gaz.* Cette dépense de travail est ainsi indépendante de la nature du gaz employé; on peut choisir celui qui convient le mieux c'est évidemment l'air respirable, qui se trouve partout, ne coûte rien et est d'une application immédiate et universelle.

» La force motrice croissant avec le degré de la détente, il importe de choisir pour celle-ci le nombre le plus faible, compatible avec l'intensité du froid à obtenir, et les autres circonstances de la pratique. Le nombre 2 est celui qui semble devoir être préféré. Dans ce cas, et en admettant le rafraîchissement pendant la compression, le travail moteur par kilogramme d'air refroidi et pris à une température initiale de + 20 degrés est de 1121 kilogrammètres, environ les $\frac{12}{100}$ de celui qu'exigerait une machine foulante donnant de l'air à la même pression. L'abaissement théorique de température correspondant à la détente 2 est de — 52 degrés pour la température initiale de + 20 degrés. Dans la machine on ne descend pas au delà de — 30 degrés, par suite de plusieurs causes multiples d'échauffement, et aussi de la présence dans l'air d'une certaine quantité de la vapeur d'eau qui, bien que loin du point de saturation, forme dans la bouffée d'air froid de petits flocons de neige au détriment des calories négatives à recueillir.

» Le travail moteur pour une calorie est, dans les mêmes conditions, de 65 kilogrammètres. Un cheval-vapeur, ou 270 000 kilogrammètres par heure, pourrait donc donner théoriquement 4153 calories à l'heure, soit environ 41 kilogrammes de glace, avec de l'eau prise à + 20 degrés.

» Pour la fabrication artificielle de la glace, on se contente d'un rendement fournissant 4 kilogrammes de glace par kilogramme de charbon, rendement sur lequel il est possible de compter, car il n'est que le dixième de celui indiqué par la théorie; mais l'air froid sera de préférence consacré à des applications directes et beaucoup plus avantageuses. »

CHIMIE. — *Sur la production des effluves électriques et sur leur mode d'action;* Note de M. A. BOILLOT.

« J'ai eu l'honneur d'informer l'Académie que j'avais employé avec succès le charbon pour la construction des appareils à effluves électriques.

Je viens aujourd'hui décrire le système de tubes qui m'a le mieux réussi, et énoncer les résultats que m'ont donnés quelques-unes des expériences auxquelles me conduit naturellement le nouvel appareil.

» J'ai pris trois tubes en verre, un petit de 3 millimètres de diamètre intérieur sur 35 centimètres de longueur, un moyen de 8 millimètres de diamètre, et un gros ayant 12 millimètres de diamètre. Le petit tube a été rempli de charbon de cornue réduit en poudre, puis scellé à la lampe à ses deux extrémités, dont l'une laisse passer un fil de platine communiquant avec le charbon. Ce petit tube a été introduit dans le moyen, au travers duquel passe le fil de platine; l'une des extrémités de ce tube moyen est destinée à amener les gaz qui se dégagent à l'autre extrémité. Le tube moyen est lui-même entré dans le gros tube, qui est aussi long que le petit. L'espace cylindrique annulaire compris entre le gros tube et le moyen a été rempli de poussière de charbon de cornue; un second fil de platine, opposé au premier, communique avec ce charbon qu'on emprisonne en bouchant avec de la cire à cacheter.

» En mettant l'un des fils de platine en communication avec l'un des pôles de la bobine d'induction, et l'autre fil en rapport avec l'autre pôle de la bobine, qui est mise en fonction par quelques éléments de Bunsen, on développe des effluves électriques, c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'étincelles, l'électricité agissant à travers les parois des deux tubes, moyen et petit, dans l'espace qui les sépare et où arrive le courant gazeux.

» C'est de cette manière que nous préparons l'ozone en abondance, car nous avons obtenu plus de 50 milligrammes de ce corps par litre d'oxygène employé.

» Les expériences que j'ai déjà exécutées, indépendamment de la préparation de l'ozone, sont au nombre de trois :

» Dans la première, j'ai développé, dans le tube moyen, de la vapeur de soufre en contact avec de l'oxygène, sans l'intervention de l'électricité, et ensuite avec l'intervention des effluves électriques. Dans le premier cas, l'acide sulfureux produit était accompagné d'un peu d'acide sulfurique; dans le second cas, la quantité d'acide sulfurique était très-considérable.

» Dans la deuxième expérience, j'ai encore opéré avec de la vapeur de soufre, comme précédemment; mais le gaz qui arrivait dans l'appareil était de l'hydrogène sec. Tant que l'électricité n'est pas intervenue, l'hydrogène et la vapeur de soufre sont restés sans action l'un sur l'autre; mais avec l'intervention des effluves, l'acide sulfhydrique a immédiatement apparu. J'ai déjà eu l'occasion d'informer l'Académie que j'étais parvenu à pro-

duire la synthèse de l'hydrogène sulfuré, au moyen des étincelles électriques excitées sur du soufre dans une atmosphère d'hydrogène; mais ici la manifestation de l'électricité est différente.

» Enfin, dans la troisième expérience, j'ai voulu étudier le résultat que fournirait un mélange de cyanogène et d'hydrogène; l'opération s'est assez compliquée pour qu'il m'ait paru nécessaire de me livrer à un nouvel examen; j'espère pouvoir le soumettre très-prochainement à l'appréciation de l'Académie. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Expériences relatives à la putréfaction, la désinfection et la conservation des substances organiques*; Note de M. LAUJORROIS. (Extrait.)

(Renvoi à la section de Chimie, à laquelle M. Pasteur est prié de s'adjoindre.)

« On sait avec quelle facilité une solution de gélatine se putréfie. A la température de 25 degrés, il suffit de quarante-huit heures pour qu'elle se couvre de moisissures, se liquéfie et éprouve une décomposition complète. Or, si à une solution gélatineuse on ajoute *un centième* de fuchsine, on pourra la conserver pendant un temps dont je ne puis fixer la limite. J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie un flacon de gélatine à la fuchsine, qui date de onze mois, et qui n'a subi depuis cette époque aucune altération, bien qu'elle ait été en contact libre avec l'atmosphère.

» Le 20 décembre 1872, j'ai enveloppé 50 grammes de tranche de bœuf d'un papier brouillard, enduit d'une solution de gélatine contenant $\frac{1}{100}$ de fuchsine, et je l'ai suspendu à l'air libre, entre une fenêtre et une persienne. Elle n'a subi aucune altération, malgré la température relativement élevée de l'hiver que nous venons de traverser. Les fibres se sont racornies et ont pris la consistance de la gutta-percha.

» Une partie détachée de cette fibre musculaire ainsi conservée a été soumise pendant vingt-quatre heures à la macération dans l'eau à la température ordinaire. Elle n'a aucune odeur désagréable et n'est point désagrégée.

» De l'urine, datant du 20 janvier dernier, additionnée de $\frac{1}{40000}$ de violet d'aniline et placée dans une éprouvette, au contact de l'air, a pu rester sans putréfaction jusqu'à ce jour; une infusion de café noir, datant du 20 janvier 1872, a été conservée d'après le même procédé. »

(L'auteur adresse à l'Académie cinq flacons contenant des échantillons des substances indiquées.)

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'assimilabilité des phosphates;* Mémoire de M. H. Joulie, présenté par M. Balard. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Boussingault, Balard, Peligot.)

« L'oxalate d'ammoniaque, qui attaque les phosphates par double décomposition, permet de les classer dans un ordre vraisemblablement très-voisin de leur ordre d'assimilabilité relative.

» La solubilité des phosphates dans l'acide acétique, bien que moins générale, permet de saisir certaines nuances que l'oxalate d'ammoniaque n'indique pas.

» Elle prouve, par exemple, que les phosphates du Midi, à richesse égale, seront bien plus facilement assimilables que ceux des Ardennes.

» Au point de vue pratique, la valeur agricole des phosphates, dont l'efficacité dépend plus encore de l'assimilabilité que du titre, doit être estimée dans les phosphates naturels et dans les engrais, en raison composée du titre centésimal en acide phosphorique et de la solubilité que les essais par l'oxalate et par l'acide acétique, tels qu'ils sont décrits dans le Mémoire, permettent de constater. »

MM. E. Jolly et C. Paquelin adressent, pour le Concours du prix de Physiologie expérimentale (1873), deux Mémoires manuscrits, intitulés : « Recherches sur la constitution chimique des globules sanguins » et « Action des acides sur les phosphates insolubles ».

(Renvoi à la future Commission.)

M. C. Beuchot adresse de nouveaux documents relatifs à son projet d'application de la vapeur à la navigation sur les canaux et rivières.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Séguier, Dupuy de Lôme, Jurien de la Gravière.)

M. A. Dupuy adresse une Note relative à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. P. Levers adresse, pour le Concours du prix Bréant, une Note sur la névrose et la névralgie.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. A. Brachet adresse, pour le Concours du prix Trémont, un Mémoire sur l'emploi du rubis-spinelle artificiel dans le microscope.

(Renvoi à la Commission.)

M. L. Hugo adresse une Note relative aux polyèdres d'un collier antique et étrusque.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

Mme Cl. Royer adresse un Mémoire concernant l'unité des forces et de la matière.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. Fleury adresse une Note concernant une nouvelle théorie des logarithmes.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Hermite.

M. G. de Coninck adresse une nouvelle Note concernant une relation qu'il croit exister entre les éruptions volcaniques et les inondations.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Ch. Sainte-Claire Deville.

M. E. de Laval adresse une Note concernant la nécessité de proscrire l'emploi des tuyaux de plomb pour la conduite et la distribution des eaux destinées aux usages alimentaires.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le supplément au tome Ier de l'Ouvrage de M. *Barrande*, intitulé : « Système silurien de la Bohême ».

2° Le premier volume d'un « Traité élémentaire d'Entomologie », par M. *Maurice Girard*.

Ce dernier Ouvrage, fruit de longues études et accompagné de planches d'une remarquable exécution, renferme des informations qui s'adressent aux agriculteurs. Il sera soumis à l'examen de M. *Blanchard*, pour en faire, s'il y a lieu, l'objet d'un Rapport verbal à l'Académie.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la théorie des taches solaires;* Réponse à deux Notes précédentes de M. *Faye;* par M. TACCHINI.

« Palerme, 2 mars 1873.

» Je viens seulement de lire les deux Notes que M. Faye a insérées dans les *Comptes rendus* de l'Académie, pages 301 et 389, en réponse à la critique faite par moi et le R. P. Secchi à son explication des taches solaires. Le P. Secchi m'a informé qu'il a déjà adressé à cet égard une Lettre à l'Académie; je me bornerai donc à dire quelques mots de ce qui me concerne en particulier.

» Je commencerai par remercier M. Faye de l'honneur qu'il veut bien me faire en discutant ma critique : elle aura servi ainsi à ouvrir une discussion très-importante, car il s'agit de savoir si les trous des taches solaires s'ouvrent de l'intérieur à l'extérieur, ou bien dans la direction opposée, comme le croit notre illustre adversaire.

» Pour le moment, je n'entends pas discuter ici sa réponse dans tous les détails : j'en pourrai faire l'objet d'une Note dans notre journal les *Memorie*. Je me limiterai aujourd'hui à deux points.

» M. Faye, à la page 304 de sa première Note, dit :

« Les matériaux de la *chromosphère*, aspirés par un tourbillon, sont abandonnés par lui à son orifice inférieur; mais, animés d'un vif mouvement de rotation, ces matériaux hydrogénés s'écartent de cet orifice par un effet de force centrifuge et remontent jusqu'à la surface, tout autour, mais loin du tourbillon, par suite de leur légèreté spécifique. Ils font donc irruption dans la chromosphère par la région des facules qui entourent généralement l'orifice supérieur. C'est la reproduction fidèle, textuelle, du phénomène si bien décrit par M. Respighi. M. Tacchini, dans les *Memorie*, me fait dire que ces matériaux remontent dans l'axe même du tourbillon. On voit qu'il s'agit d'une simple méprise, que le savant auteur ne manquera pas de corriger. »

» Il s'agirait donc d'une méprise de ma part. Or j'ai relu les articles de M. Faye, et je n'ai pu trouver le passage qu'il cite. Au contraire, à la page 1666 (t. LXXV), M. Faye dit :

« Les courants ascendants qui alimentent la *photosphère* et qui tournent sur eux-mêmes dans le même sens seront rejetés tout autour du tourbillon, et à son orifice supérieur les grains lumineux de la photosphère seront écartés ou aspirés sans pouvoir se renouveler..... Les courants ascendants, ainsi déviés tout autour de l'axe du tourbillon iront porter au delà de l'orifice leurs nuages de condensation. »

» Il s'agit évidemment ici de courants ascendants qui, en se refroidis-

sant, forment la *photosphère* et non pas la chromosphère, ni les protubérances hydrogénées. Plus loin, à la page 1667, il ajoute :

« Ces tourbillons exercent dans le sens de l'axe une aspiration d'autant plus puissante que la gyration est plus rapide à l'intérieur.... Cette aspiration s'exerçant sur les couches froides qui surmontent la photosphère, introduira donc, dans l'axe du tourbillon, un mélange de gaz et de matériaux refroidis jusqu'à une certaine profondeur. »

» Donc les matériaux de la *chromosphère* seront introduits dans la cavité des taches, dans le sens de l'axe du tourbillon, jusque vers le fond de la tache même.

» Enfin, à la page 1669, M. Faye dit encore :

« Je me suis demandé souvent d'où venaient les flammes hydrogénées de la chromosphère, qui semblent être produites par de *violentes* et *continuelles* éruptions.... On voit que cette rentrée s'opère par l'appel des taches qui, sans doute, abandonnent par leur orifice inférieur l'hydrogène qu'elles ont aspiré et lui permettent de se *répandre* dans les couches supérieures, d'où il remonte avec une extrême vitesse, à cause de la haute température qu'il a acquise, pour *s'élancer* en jets plus ou moins inclinés dans l'espace presque vide qui surmonte la chromosphère. »

» Donc l'hydrogène, aspiré et poussé au fond de la tache dans le sens de l'axe du tourbillon, remonte et s'élance de nouveau violemment en haut, se répandant dans les couches supérieures en jets plus ou moins inclinés. Il est évident que, si les choses se passent comme le pense M. Faye, le retour de l'hydrogène au sommet s'opère le long et tout autour de l'axe, c'est-à-dire dans le milieu de la cavité, avec divergence, comme dans nos volcans. Il en résulte que beaucoup de protubérances hydrogénées seraient alors visibles sur la tache, pendant toute sa durée, car l'hydrogène devrait être tour à tour amené en bas par le tourbillon, et repoussé vers le haut par la chaleur : l'observation montre qu'il n'en est pas ainsi. Donc ma critique reste intacte, et je ne crois pas qu'il y ait méprise.

» Le savant astronome, dans ses Notes, nous attribue, au R. P. Secchi et à moi, la théorie des éruptions violentes relativement aux taches et aux protubérances. Pour ce qui me concerne, je dois prier M. Faye de jeter un coup d'œil sur mes articles relatifs aux protubérances solaires : il pourra facilement se convaincre que, depuis que j'ai commencé à faire des observations spectroscopiques du bord du Soleil, je me suis toujours montré contraire à la théorie des éruptions. Et même, dans ma Note insérée dans le n° 2 des *Memorie*, celle dont il s'agit, à la page 114, j'ai dit :

« Il carattere eruttivo delle macchie non deve intendersi nel senso che elle rappresentano dei vulcani, dai quali si lanciano masse violente di gaz interni, ma soltanto nel senso

che la parte di fotosfera disciolta nella formazione della macchia da per se stessa da luogo a fenomeni, che possono dissi eruttivi, tanto alla periferia come al centro. »

» Je présenterai à ce sujet quelques autres considérations dans les prochains numéros des *Memorie*, pour répondre à l'invitation qui m'est faite par l'illustre académicien, de continuer une discussion aussi importante (1). »

GÉOMÉTRIE. — *Propriétés relatives aux trajectoires des points d'une figure de forme invariable;* Note de M. MANNHEIM, présentée par M. Chasles.

« J'ai montré (2) qu'en général il n'y a pas de point sur une droite mobile D qui soit un point d'inflexion sur sa trajectoire, et que le lieu des axes de courbure des trajectoires des points de D est un hyperboloïde.

» Examinons le cas particulier où un point de D est un point d'inflexion sur sa trajectoire.

» L'axe de courbure correspondant à ce point est alors à l'infini, et l'hyperboloïde des axes de courbure des points de D devient un paraboloïde. Les axes de courbure appartenant maintenant à un paraboloïde sont parallèles à un même plan. Les plans osculateurs des trajectoires des points de D étant respectivement perpendiculaires à ces axes de courbure sont parallèles à une même droite; ils enveloppent alors une surface cylindrique. Ainsi :

» THÉORÈME I. — *Si, à un instant quelconque du déplacement d'une droite, un point de cette droite est un point d'inflexion sur sa trajectoire, les plans osculateurs des trajectoires de tous les points de la droite mobile enveloppent une surface cylindrique.*

» Cette circonstance se présente constamment si l'on assujettit un point d'une droite mobile à parcourir une ligne droite.

» Lorsque deux points de la droite mobile sont points d'inflexion sur leurs trajectoires, il résulte de ce que nous venons de dire que les plans osculateurs des trajectoires de tous les points de la droite mobile sont parallèles entre eux. C'est ce qui arrive constamment lorsque deux points d'une droite décrivent deux droites données.

» Il est facile de voir que, s'il y a sur la droite D plus de deux points

(1) Voir aux Communications des Membres, p. 597, la réponse faite à cette Note par M. Faye.

(2) Voir *Comptes rendus*, séance du 3 mars 1873.

qui soient points d'inflexion sur leurs trajectoires, tous les points de la droite D jouissent de la même propriété.

» Occupons-nous maintenant des normales principales des trajectoires des points de D. Construisons la normale principale en a à la trajectoire de ce point. Cette droite est dans le plan (a, Δ) qui est normal en a à cette trajectoire. Ce plan normal coupe l'hyperboloïde des axes de courbure suivant l'axe de courbure relatif à cette trajectoire; la normale principale est donc la perpendiculaire abaissée du point a sur cette droite.

» L'hyperboloïde des axes de courbure, comme nous l'avons fait remarquer, contient Δ. Il sera donc défini, en supposant données deux droites du même système que Δ. Appelons G et H ces deux droites. Pour construire une normale principale, on opère alors ainsi : par Δ on mène un plan quelconque; ce plan coupe D au point a, G au point g et H au point h; du point a on abaisse la perpendiculaire ac sur gh : la droite ac est la normale principale en a, et le pied de cette perpendiculaire est le centre de courbure de la trajectoire de ce point. Lorsque le plan que nous venons de mener par Δ tourne autour de cette droite, la droite ac engendre la surface des normales principales des trajectoires des points de D, et le point c décrit la courbe lieu des centres de courbure de ces trajectoires.

» Occupons-nous d'abord de la surface formée par les normales principales. Je dis que le cône directeur de cette surface est du troisième ordre.

» Prenons un point quelconque l sur Δ, et construisons le cône directeur de l'hyperboloïde des axes de courbure de façon qu'il ait son sommet en l. Ce cône, qui est du second ordre, contient Δ, et tout plan mené par cette droite le coupe suivant une seule génératrice. La perpendiculaire à cette génératrice, située dans ce plan sécant et menée du point l, est parallèle à l'une des normales principales. Le lieu des perpendiculaires ainsi construites constitue le cône directeur de la surface des normales principales.

» On voit déjà que tout plan mené par Δ coupe ce cône suivant une droite; mais Δ, étant perpendiculaire à deux génératrices de l'hyperboloïde des axes de courbure, est une génératrice double sur ce cône directeur. Le plan sécant mené par Δ renferme une droite et la ligne double Δ; donc le cône directeur est du troisième ordre. Ainsi :

» Théorème II. — *Le cône directeur de la surface des normales principales des trajectoires de tous les points d'une droite est un cône du troisième ordre qui a une génératrice double.*

» Menons le plan (l, D), ce plan coupe ce cône directeur suivant trois

droites. Ces trois droites sont les normales principales que l'on peut construire à partir du point l. Puisqu'à partir d'un point quelconque de Δ on peut construire trois normales principales, la droite Δ est une droite triple de la surface des normales principales. Tout plan mené par Δ coupant, en outre, cette surface suivant une droite, on voit alors qu'elle est du quatrième ordre. Ainsi :

» Théorème III. — *La surface formée par les normales principales des trajectoires de tous les points d'une droite est une surface du quatrième ordre qui possède une droite triple.*

» L'intersection de cette surface avec l'hyperboloïde des axes de courbure est la courbe des centres de courbure. On voit ainsi immédiatement que cette courbe est du cinquième ordre.

» Nous allons arriver autrement à ce résultat. Considérons le point c comme sommet d'un angle droit dont l'un des côtés s'appuie sur D et Δ, l'autre côté sur G et H. Le point c appartient alors à une surface du quatrième ordre, qui contient les quatre droites D, Δ, G, H; car sur le côté gh de l'angle droit il y a deux points tels que c, et les points g, h font partie du lieu. Cette surface est donc du quatrième ordre, et, comme elle contient les trois droites Δ, G, H de l'hyperboloïde des axes de courbure, elle coupe cette surface suivant une courbe du cinquième ordre. Ainsi :

» Théorème IV. — *Le lieu des centres de courbure des trajectoires de tous les points d'une droite est une courbe du cinquième ordre.*

» Cette courbe rencontre le plan de l'infini en cinq points, dont un, toujours réel, est le centre de courbure de la trajectoire du point qui est à l'infini sur D. Les quatre points restants sur le plan de l'infini doivent être imaginaires, puisque nous avons vu qu'en général il n'y a pas, sur une droite, de point qui soit point d'inflexion sur sa trajectoire. Ainsi, sur une droite quelconque, il y a quatre points imaginaires dont les trajectoires ont leurs centres de courbure à l'infini, et, par suite, dans un corps quelconque que l'on déplace, les points qui sont points d'inflexion sur leurs trajectoires appartiennent à une surface imaginaire du quatrième ordre. Si parmi ces points il y en a de réels, ils ne peuvent être que sur une ligne double de cette surface. Nous pouvons donc énoncer ce théorème :

» Théorème V. — *A un instant quelconque du déplacement d'une figure de forme invariable, les points de cette figure qui sont points d'inflexion sur leurs trajectoires appartiennent à une surface imaginaire du quatrième ordre, et, s'il existe des points réels de cette nature, ils sont sur une ligne double de cette surface.*

» Remarquons que, s'il s'agit du mouvement d'un corps solide, les points dont nous nous occupons sont ceux pour lesquels l'accélération normale est nulle (1).

» En considérant les hyperboloïdes des axes de courbure des trajectoires des points de D, pour deux instants infiniment rapprochés, on trouve que :

» Théorème VI. — *A un instant quelconque du déplacement continu d'une droite, les centres des sphères osculatrices des trajectoires de tous les points de cette droite sont sur une cubique gauche.*

» De ce théorème résultent facilement les conséquences suivantes :

» Théorème VII. — *Parmi les points d'une droite mobile, il y en a trois pour lesquels les plans osculateurs de leurs trajectoires sont stationnaires.*

» Théorème VIII. — *A un instant quelconque du déplacement d'une figure de forme invariable, les points pour lesquels les plans osculateurs de leurs trajectoires sont stationnaires sont sur une surface du troisième ordre.*

» Ou, en employant le langage de la Cinématique : *Dans un corps solide en mouvement les points pour lesquels la suraccélération binormale est nulle sont sur une surface du troisième ordre.*

» Théorème IX. — *A un instant quelconque du déplacement d'une figure de forme invariable, il existe toujours une droite telle, que les plans osculateurs des trajectoires de tous ses points sont stationnaires.*

» Théorème X. — *Lorsque quatre points d'une droite mobile restent sur quatre plans donnés, un point quelconque de cette droite décrit une conique* (2).

» En prenant un nouvel hyperboloïde des axes de courbure infiniment voisin des deux que nous avons employés précédemment, on trouve que :

» Théorème XI. — *A chaque instant du déplacement continu d'une droite il y a six points sur cette droite pour lesquels les sphères osculatrices de leurs trajectoires sont stationnaires.*

» Théorème XII. — *A un instant quelconque du déplacement continu d'une figure de forme invariable, les points pour lesquels les sphères osculatrices de leurs trajectoires sont stationnaires appartiennent à un lieu qui se compose d'une surface du second ordre et d'une surface du quatrième ordre.* »

---

(1) Voir, dans le 37ᵉ cahier du *Journal de l'École Polytechnique*, le Mémoire de M. Resal *sur les propriétés géométriques du mouvement le plus général d'un corps solide.*

(2) La droite mobile engendre une surface du quatrième ordre dont le cône directeur est de révolution.

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la naphtaline benzylée;* Note de M. CH. FROTÉ, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Lorsqu'on fait réagir du *chlorure de benzyle* sur de la *naphtaline* en présence du zinc en poudre (d'après la belle méthode de M. Zincke), et que l'on chauffe légèrement, il se produit une réaction très-vive, accompagnée d'un fort dégagement d'*acide chlorhydrique;* le mélange se colore en rouge violacé. Après quelque temps, la réaction devient plus lente et, si l'on continue à chauffer, il se sublime, vers 170 à 180 degrés, dans le col de la cornue, de la naphtaline non attaquée. Entre 320 et 350 degrés, il passe un liquide oléagineux, jaunâtre, dont une grande partie se prend en masse dans le récipient.

» Mis sous presse, pour en extraire la matière huileuse qui le colore en jaune, et repris par l'alcool, dans lequel il est très-soluble à chaud, ce corps cristallise de sa solution étendue, en magnifiques aiguilles incolores, assez semblables à l'acénaphtène, très-solubles dans l'éther, insolubles dans l'eau et fondant vers 64 degrés. (L'acénaphtène de M. Berthelot fond vers 72 degrés.) Traité par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique, ce composé émet des vapeurs rappelant l'*acide acétique.*

» L'analyse donne les résultats suivants :

			Calculé.	
			Naphtaline benzylée $C^{17}H^{14}$.	Acénaphtène $C^{12}H^{10}$.
I.	C = 93,69 H = 6,61	= 100,3	C = 93,58	C = 93,50
II.	C = 93,237 H = 6,626	= 99,863	H = 6,42	H = 6,49
III.	C = 93,32 H = 6,60	= 99,92		

» L'analyse se rapporte donc à la naphtaline benzylée ou à l'acénaphtène, ou à un isomère de ce dernier; mais l'analyse de la combinaison bromée nous rapproche tout à fait de la naphtaline benzylée; de plus, le point de fusion est différent de celui de l'acénaphtène, comme on le voit ci-dessus.

	Combinaison monobromée.	Calculé. Naphtaline benzylée.	Calculé. Acénaphtène.
I.	26,3 pour 100 Br	26,9 pour 100 Br	34,3 pour 100 Br
II.	26,8 pour 100 Br		

» On peut donc admettre que nous avons bien affaire à la *naphtaline benzylée.*

» Les quantités de C^7H^7Cl et $C^{10}H^8$ employées sont à peu près 80 parties de naphtaline pour 100 parties de chlorure de benzyle et 10 à 15 parties de zinc.

» Nous avons les réactions

$$C^7H^7Cl + C^{10}H^8 = C^{17}H^{14} + HCl.$$

» On retrouve dans la cornue le zinc à l'état de chlorure, en grande partie du moins.

» Ce travail a été exécuté dans le laboratoire de la Sorbonne, dirigé par M. Schützenberger. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison de l'urée avec l'acétyle chloré;* Note de M. D. TOMMASI, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Ce composé, qui résulte de la substitution d'un atome d'acétyle monochloré C^2H^2ClO à un atome d'hydrogène dans l'urée, et que je désignerai sous le nom de *chloracétylurée* $\left.\begin{matrix} CO'' \\ (C^2H^2ClO)'H \\ H^2 \end{matrix}\right\} Az^2$, se produit par la combinaison directe de l'urée avec le chlorure d'acétyle chloré.

» Pour préparer ce composé, on introduit dans un ballon à long col, bien sec, une molécule d'urée préalablement desséchée à 100 degrés, et une molécule de chlorure de chloracétyle pur. Le mélange des deux corps se fait sans dégagement de chaleur; mais bientôt il s'établit une vive réaction, la masse devient liquide, s'échauffe très-fortement et entre en ébullition; des torrents d'acide chlorhydrique se dégagent, en même temps qu'une masse blanche, solide, s'attache contre les parois du ballon. On abandonne la réaction à elle-même, et lorsqu'elle est complétement terminée, on chauffe le ballon pendant quelques heures au bain-marie, afin d'achever la réaction qui est exprimée par la formule suivante :

$$\left.\begin{matrix} CO'' \\ H^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} Az^2 + \left.\begin{matrix} (C^2H^2ClO)' \\ Cl \end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix} H \\ Cl \end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix} CO'' \\ (C^2H^2ClO)'H \\ H^2 \end{matrix}\right\} Az.$$

» Le produit blanc qui recouvre les parois du ballon est lavé à plusieurs reprises avec de l'eau distillée froide, exprimé entre des doubles de papier et dissous dans l'alcool bouillant; on filtre la solution alcoolique, et on l'abandonne à elle-même pendant vingt-quatre heures. Au bout de ce temps, la capsule se trouve tapissée de beaux cristaux légèrement colorés en jaune, que l'on purifie par plusieurs cristallisations dans l'alcool avec du noir animal.

» La chloracétylurée cristallise en fines aiguilles incolores, insolubles

dans l'eau froide, peu solubles dans l'eau bouillante. L'alcool à 40 degrés la dissout faiblement à froid, en assez grande quantité à chaud. Chauffée au bain d'huile dans un tube à essai, elle commence à se décomposer vers la température de 160 degrés; en même temps une faible partie du produit non altéré se sublime et se dépose sur les parois froides du tube en fines aiguilles blanches et soyeuses. Chauffée sur une lame de platine, la chloracétylurée fond et dégage des vapeurs blanches. L'acide nitrique fumant l'attaque à la température ordinaire avec dégagement de produits gazeux, parmi lesquels j'ai constaté la présence de l'acide carbonique. L'acide azotique concentré la dissout très-peu à froid, en plus grande quantité à chaud, sans qu'il y ait décomposition. Il en est de même des acides sulfurique, chlorhydrique et acétique.

» La chloracétylurée n'est précipitée ni par le nitrate mercureux ni par l'azotate d'argent.

» Lorsqu'on fait réagir l'hydrogène naissant sur la chloracétylurée, au lieu d'obtenir de l'acétylurée et de l'acide chlorhydrique, comme l'indiquerait l'équation suivante :

$$\left.\begin{matrix} CO'' \\ (C^2H^2ClO)'H \\ H^2 \end{matrix}\right\} Az^2 + \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix} H \\ Cl \end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix} CO'' \\ (C^2H^3O)'H \\ H^2 \end{matrix}\right\} Az^2,$$

on obtient un composé cristallisable très-soluble dans l'eau froide. N'ayant pas encore à ma disposition une quantité suffisante de ce nouveau produit, il m'a été impossible d'en faire l'analyse.

» L'analyse de la chloracétylurée a donné les résultats suivants :

	Calculé ($C^3H^5ClO^2Az^2$).	Observé.	
Carbone........	26,37	27,01	26,52
Hydrogène......	3,66	3,87	3,69
Chlore.........	26,00	25,99	25,46
Azote..........	20,51	20,11	20,63
Oxygène........	23,46	»	»

» Lorsqu'on place sur l'extrémité de la langue une petite parcelle de chloracétylurée (environ $\frac{1}{2}$ milligramme), on n'accuse aucune sensation particulière; mais bientôt, au bout de deux à trois minutes, on éprouve dans le larynx une saveur brûlante accompagnée d'une douleur très-vive et une gêne assez sensible de la respiration. Ces symptômes disparaissent ordinairement au bout d'une heure.

» On peut conclure des expériences faites sur les animaux que la chloracétylurée n'appartient pas à la classe des poisons violents.

» Ces recherches ont été faites à la Sorbonne, au laboratoire de Chimie de M. Schützenberger. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Mémoire sur la constitution des sucres bruts de troisième jet; appréciation de la méthode commerciale d'incinération de ces produits;* par M. Ch. Violette.

« Un échantillon moyen provenant de douze fabriques des environs de Douai (Nord) offrit la composition suivante :

Sucre de canne		89,000
Sucre interverti		0,150
Humidité		3,830
Acides organiques, environ	1,500 p. 100	4,435
Matières organiques, eau de combinaison	2,935 »	
Sulfate de potasse		0,763
Chlorure de potassium		0,546
Nitrate de potasse		0,180
Oxyde de potassium combiné aux matières organiques		0,479
Oxyde de sodium » »		0,430
Partie insoluble des cendres.		
Alumine et oxyde de fer		0,018
Acide phosphorique anhydre		0,004
Chaux combinée aux acides ou au sucre		0,092
Sable et argile		0,063
Traces de cuivre, éléments non dosés, pertes		0,010
		100,000

» La composition des sucres de troisième jet d'origines diverses doit s'éloigner peu de celle des sucres du Nord, si l'on en juge par le peu de variations que présentent les mélasses d'où ils proviennent, à moins toutefois qu'il ne s'agisse de sucres exceptionnels, tels que l'échantillon suivant, provenant d'une sucrerie de la Limagne, située aux environs de Clermont, en Auvergne.

» Cet échantillon se distingue par une proportion considérable de chlorure de potassium (douze fois plus grande que dans les sucres du Nord), et par une quantité très-minime de sels de soude. Le chlorure de potassium ne s'y trouve point à l'état de liberté; car l'examen microscopique le

plus minutieux ne montre que des cristaux homogènes et point de cristaux cubiques; il ne s'y trouve point non plus à l'état liquide, car les cristaux sont relativement secs et ne contiennent que peu de mélasse. Le sel se trouve donc en combinaison avec le sucre sous forme de sucrate de chlorure de potassium ($C^{12}H^{20}KClO^{11}$) isomorphe avec le sucre de canne, comme je l'ai récemment démontré. J'indique la composition de ce sucre brut pour montrer comment le chlorure de potassium peut être introduit dans les sucres en quantité notable, sans que sa présence puisse être décelée par les caractères extérieurs de ce sel :

Échantillon anormal de sucre de troisième cristallisation, originaire d'Auvergne.

Sucre de canne		54,10
Sucrate de chlorure de potassium		36,22
Sucre interverti		0,10
Humidité		3,50
Acides organiques, environ	1,20 p. 100	3,87
Matières organiques, eau de combinaison	2,67 »	
Sulfate de potasse		1,06
Nitrate de potasse		0,30
Oxyde de potassium combiné aux matières organiques		0,79
Oxyde de sodium combiné aux traces, environ		0,01
Matières insolubles minérales		0,05
		100,00

» Les analyses qui précèdent permettent de contrôler la méthode d'incinération des sucres avec addition d'acide sulfurique, généralement suivie aujourd'hui pour fixer la valeur de ces produits.

» L'échantillon moyen des sucres du Nord a fourni 3,78 pour 100 de cendres sulfatées, dont les 9 dixièmes représenteraient, d'après les usages commerciaux, les cendres réelles, soit 3,41 pour 100.

» L'incinération directe ayant fourni 2,858 pour 100 de cendres solubles, et 0,255 pour 100 de cendres insolubles, soit en tout 3,11 pour 100, la différence entre les deux résultats est de 0,30 pour 100 en sus du poids des cendres réelles. Cette différence, qui ne peut provenir des erreurs d'analyse, comme je m'en suis assuré en calculant le poids de sulfate d'après la composition des cendres, entraîne une dépréciation de 2fr,25 par sac de sucre, et une dépréciation plus grande encore, c'est-à-dire de 4fr,20, si l'on ne considère que la partie soluble des cendres.

» La différence entre les cendres réelles 8,99 pour 100 et les cendres

sulfatées (déduction du dixième), soit 9,30 pour 100 pour le sucre anormal d'Auvergne, est de 0,31 seulement. On aurait lieu d'être surpris du peu d'écart entre ces deux résultats, si l'on ne savait que les cendres de ce sucre sont composées en majeure partie de chlorure de potassium.

» La connaissance de la constitution des sucres du Nord permet de déterminer avec exactitude le rapport qui existe entre le poids des sels contenus dans ces sucres et le poids de leurs cendres. On déduit en effet de l'analyse ci-dessus que les sels des sucres du Nord peuvent être représentés de la manière suivante :

Espèces salines existant dans les sucres du Nord.	Sulfate de potasse	0,763
	Chlorure de potassium	0,546
	Nitrate de potasse	0,180
Bases existant en combinaison	Oxyde de potassium	0,479
	Oxyde de sodium	0,430
	Chaux	0,092
	Alumine, oxyde de fer	0,018
Acides supposés anhydres	Acide phosphorique	0,004
	Acides organiques indéterminés	1,500
	Total	4,012

» Par l'incinération, ces sels ont fourni, en négligeant 0,063 pour 100 de sable et d'argile :

Cendres solubles	Sulfate de potasse	0,763
	Chlorure de potassium	0,546
	Carbonate de potasse	0,827
	Carbonate de soude	0,733
Cendres insolubles	Carbonate de chaux	0,155
	Phosphate de chaux	0,009
	Alumine et oxyde de fer	0,018
	Éléments non dosés, pertes	0,010
	Total	3,061

» Le rapport des sels aux cendres est donc très-sensiblement celui des nombres 4 et 3; ce rapport doit varier sans doute d'un sucre à l'autre, mais cependant dans des limites peu étendues.

» *Conclusions.* — De l'ensemble de ce travail on peut déduire les conclusions suivantes :

» 1° Les sucres de troisième jet du nord de la France contiennent en dehors du sucre et des matières terreuses, les principes minéraux et organiques des mélasses d'où ils proviennent.

» 2° Des mélasses exceptionnellement riches en chlorure de potassium peuvent, dans certaines conditions, fournir des sucres de troisième cristallisation, de composition très-différente de celle du sucre ordinaire de troisième jet. Ces sucres peuvent contenir notamment des proportions considérables de sucrate de chlorure de potassium isomorphe avec le sucre de canne.

» 3° La méthode d'incinération des sucres avec addition d'acide sulfurique, généralement adoptée aujourd'hui, donne un poids de cendres supérieur au poids des cendres réelles des sucres bruts. La différence est d'autant plus grande que ces cendres sont plus riches en sel de soude et carbonates alcalins.

» 4° Les cendres des sucres bruts de troisième jet du Nord dont il est question dans ce travail représentent très-sensiblement les trois quarts du poids des sels existant dans ces sucres. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Observations sur la composition des guanos, sur les altérations qu'ils subissent et sur l'origine probable des phosphates fossiles de la région du Lot*; par M. A. Baudrimont. (Extrait.)

« Lorsqu'un guano est abandonné à lui-même dans une région où il y a des pluies, il subit plusieurs altérations successives : 1° le carbonate d'ammoniaque disparaît, l'azote diminue et l'odeur devient moins forte; 2° l'azote disparaît presque entièrement; à peine en retrouve-t-on un centième. On a alors des guanos formés essentiellement de phosphate tricalcaire, dont la quantité a relativement augmenté et dont la matière organique a aussi, par suite, relativement diminué.

» On a souvent rencontré dans les guanos du Pérou des nodules blancs qui répandaient une forte odeur ammoniacale, due à la présence du carbonate d'ammoniaque, et, de plus, du phosphate calcaire. Dans les guanos de Bolivie, on a aussi trouvé des nodules ou plutôt des concrétions. Ces concrétions, après avoir été lavées, sont blanches, inodores, ne contiennent pas de matière organique et sont en grande partie formées de phosphate de chaux. Ou bien elles sont compactes, ou bien elles sont formées de petits nodules agrégés les uns avec les autres. Sous cette dernière forme, elles ressemblent tellement à certaines apatites de la région du Lot qu'il est fort difficile de les en distinguer; seulement elles sont moins denses et par suite poreuses, résultat qui est dû à la perte des matières d'origine organique

qui s'y trouvaient incluses Cette ressemblance et bien d'autres considérations m'ont permis d'émettre la pensée que les apatites du Lot pourraient bien avoir des guanos pour origine. Cette opinion a été émise devant la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, dans la séance du 11 janvier 1872.

» On peut objecter à cette opinion que l'on trouve dans les apatites du phosphate de fer, du carbonate calcaire et du carbonate magnésien, qui n'existent point dans les guanos. Ces produits ont pu y être apportés par les eaux, qui pouvaient réellement les tenir en dissolution; quant au phosphate de fer, il a pu être formé par une double décomposition entre le carbonate de ce métal et le phosphate tricalcique. La porosité des nodules des guanos leur a permis d'être pénétrés par les eaux qui ont introduit les produits qui viennent d'être indiqués.

» .... Indépendamment des guanos, j'ai analysé, à diverses époques, des apatites de plusieurs origines: les unes sont fossilifères et les autres proviennent des filons de l'Estramadure. Je signalerai, par exemple, une apatite de l'île Sombrero (Antilles) qui paraît avoir une origine du même ordre que celles de la région du Lot, une apatite du Gers, que j'ai reçue en poudre, appartenait peut-être aux coprolithes. Cela paraît possible par la grande quantité de matière insoluble dans les acides qui s'y trouve. Aucune de ces apatites ne contenait de fluor. C'est le contraire qui a été observé pour les apatites en filons de l'Estramadure; toutes contenaient du fluor. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'asphyxie, et de la cause des mouvements respiratoires chez les poissons;* Note de MM. **Gréhant** et **Picard**, présentée par M. Claude Bernard.

« Humboldt et Provençal, dans leurs célèbres recherchess ur la respiration des poissons, ont établi le fait suivant : si l'on place un poisson dans l'eau privée de gaz par l'ébullition, le temps qui s'écoule jusqu'à l'arrêt complet des mouvements respiratoires pris comme signe de l'asphyxie est très-variable.

» Nous avons pensé, d'abord, que cette durée variable pouvait tenir à ce que l'oxygène n'avait pas été également extrait de l'eau par l'ébullition dans les diverses expériences. C'est pourquoi nous les avons reprises en employant l'eau vidée de gaz par l'emploi de la pompe à mercure.

» Nous obtenions ainsi le vide absolu et nous étions complétement sûrs

de ne jamais laisser dans notre eau la moindre trace de gaz, certitude qu'il est difficile d'obtenir lorsqu'on emploie simplement l'ébullition de l'eau sous la pression ordinaire. Une nombreuse série d'expériences nous a montré que dans ce milieu toujours identique le phénomène garde la variabilité indiquée par Humboldt et Provençal. Donc il faut chercher dans l'animal lui-même la condition qui fait que certains poissons, placés dans l'eau vide de gaz, résistent à l'asphyxie plusieurs heures, tandis que chez d'autres l'arrêt des mouvements respiratoires survient dès les premières minutes.

» Nous avons alors répété notre expérience avec le même poisson, soit de suite, soit en laissant s'écouler plusieurs heures entre deux expériences, et nous avons reconnu que l'arrêt des mouvements respiratoires chez le poisson asphyxié une première fois survient toujours dès les premières minutes qui suivent sa réintroduction dans l'eau privée de gaz.

» Les différences signalées par Humboldt et Provençal paraissent donc s'expliquer par une provision plus ou moins grande d'oxygène qui se trouverait épuisée au moment de l'asphyxie dans la première expérience et qui ne se renouvellerait ensuite qu'avec une certaine lenteur.

» Quand on a placé un poisson dans l'eau privée de gaz et qu'on a attendu l'arrêt complet des mouvements respiratoires, si l'on vient à introduire rapidement une bulle d'oxygène ou un centimètre cube d'eau aérée, on voit les mouvements respiratoires se rétablir au bout d'une minute ou deux. Il suffit donc d'une trace d'oxygène pour entretenir les mouvements respiratoires chez le poisson, et ce fait est important à considérer pour réussir dans ces expériences.

» Partant de ces premières expériences, nous avons été conduits à rechercher le lieu d'origine de l'excitation qui détermine les mouvements respiratoires chez le poisson.

» Quand le poisson asphyxié est replacé dans l'eau ordinaire, il s'écoule toujours une ou deux minutes avant la reprise des mouvements respiratoires.

» Si un poisson asphyxié est placé dans l'eau ordinaire, le museau maintenu hors de l'eau, les mouvements respiratoires ne reprennent pas, mais ils reprennent *aussitôt* que l'extrémité du museau est mise en contact avec le liquide. Il faut donc, pour que ces mouvements s'établissent, qu'il y ait une excitation périphérique produite par l'eau dans une région localisée auprès de l'orifice de la bouche. Cette excitation, produite par l'eau, persiste dans l'eau privée de gaz; mais c'est alors l'oxygène qui finit par manquer. L'immersion du corps du poisson dans l'eau oxygénée rend de l'oxy-

gène au sang, et l'excitation périphérique produite au moment où le museau du poisson touche le liquide peut alors se manifester.

» Des expériences analogues ont été faites chez des poissons sains, pris hors des conditions de l'asphyxie; si l'on plonge tout le corps d'un poisson dans l'eau ordinaire et même les ouïes, en laissant seulement le museau au dehors, les mouvements respiratoires s'arrêtent très-rapidement.

» Si, au contraire, on met le museau seul au contact de la surface du liquide, le corps étant maintenu dans l'air humide, les mouvements persistent indéfiniment.

» Nous concluons de nos expériences que c'est une excitation périphérique produite vers l'extrémité du museau des poissons qui est la cause déterminante des mouvements respiratoires; mais il est nécessaire, pour que cette excitation constante soit efficace, que l'oxygène existe dans le sang.

» Ces recherches ont été faites sur divers poissons du genre Cyprin, au Muséum d'histoire naturelle, dans le Laboratoire de Physiologie générale, dirigé par M. Cl. Bernard. »

HYGIÈNE. — *Influence de l'ammoniaque dans les ateliers où l'on emploie le mercure;* Note de M. **J. Meyer**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans les ateliers d'étamage de la glacerie de Chauny, appartenant à la Compagnie de Saint-Gobain, je suis arrivé à éviter l'influence funeste du mercure sur la santé des ouvriers, par l'emploi de l'ammoniaque. Il suffit de répandre tous les soirs, après la fin du travail, un demi-litre d'ammoniaque liquide du commerce sur le sol de l'atelier.

» Je fus conduit à cette pratique en l'année 1868 par des motifs étrangers à l'hygiène, et ce fut par un hasard heureux que j'ai pu constater l'action salutaire et préservatrice de l'ammoniaque. L'odeur pénétrante du gaz rend l'atmosphère de l'atelier d'étamage moins fade, moins suffocante et moins pénible pour les ouvriers.

» En outre, et j'insiste tout spécialement sur ce point, depuis 1868, c'est-à-dire depuis cinq ans, je n'ai pas vu un seul ouvrier nouveau atteint d'accidents mercuriels, tandis qu'avant cette époque l'influence du poison se faisait souvent sentir chez des ouvriers qui ne travaillaient à l'étamage des glaces que depuis six mois.

» Quant aux ouvriers anciens qui avaient été pris antérieurement de tremblement mercuriel, les accès, malgré la continuation du travail, sont devenus peu fréquents et sans gravité.

» Il convient de répandre l'ammoniaque dans l'atelier le soir plutôt que le matin; l'action préservatrice est alors plus efficace; le gaz ammoniaque libre se répand d'une manière uniforme dans toute l'étendue des ateliers, pendant l'interruption du travail.

» Je me borne à publier ces résultats; il m'est impossible de les expliquer; aussi je ne hasarde aucune théorie, et je m'en tiens aux faits.

» Le moyen hygiénique que je propose est si simple que j'espère voir son emploi se généraliser dans tous les ateliers où l'on manie le mercure à l'état de métal. Dans les laboratoires de Chimie, quand on travaille beaucoup sur le mercure, il y aurait de même un grand avantage à répandre chaque jour un peu d'ammoniaque sur le sol. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la matière sucrée contenue dans les champignons;* Note de **M. A. Müntz**, présentée par M. Boussingault.

« Dans ses recherches sur les champignons (1), Braconnot a décrit un sucre qu'il croyait appartenir à une espèce nouvelle. Des recherches ultérieures ont montré que ce sucre était de la mannite, et les descriptions de Braconnot, à un seul caractère près, la fermentation, concordent avec les propriétés distinctives de la mannite.

» Pour rechercher si la mannite était la seule matière sucrée qu'ils contiennent, j'ai examiné, l'automne dernier, un grand nombre de champignons d'espèces différentes, recueillis dans les forêts du Liebfrauenberg. Il s'en trouvait beaucoup dont je n'ai pas pu extraire de la mannite et qui donnaient un sirop facilement cristallisable. Les cristaux obtenus, purifiés par des cristallisations répétées dans l'eau et dans l'alcool, ont présenté toutes les propriétés du tréhalose que M. Berthelot (2) a retiré d'une manne comestible importée de l'Orient et qui est remarquable par sa stabilité et par son pouvoir rotatoire plus grand que celui de tous les sucres connus. Le pouvoir rotatoire, le point de fusion, la forme cristalline, la manière de se comporter vis-à-vis de la liqueur cupropotassique, des acides, de la levûre de bière, tous les autres caractères démontrent l'identité de ce sucre avec celui de M. Berthelot.

» M. Mitscherlich (3) a retiré du seigle ergoté et décrit sous le nom de

(1) *Annales de Chimie et de Physique* (2e série), t. LXXIX et LXXXVII.

(2) *Annales de Chimie et de Physique* (2e série), t. LV, p. 272.

(3) *Annales de Chimie et de Physique* (3e série), t. LIII, p. 232.

mycose un sucre qui a été depuis trouvé par M. Ludwig (1) dans le *Fungus Sambuci* et qui ne se distingue du tréhalose que par un pouvoir rotatoire plus faible et la propriété de fermenter facilement.

» Des analyses récentes de champignons, entre autres celle de M. Sacc (2), qui ne font aucune mention du tréhalose, m'ont déterminé à publier cette Note sur mon travail, encore très-incomplet.

» Parmi les espèces que j'ai examinées, quelques-unes (*Agar. camp.*, etc.) paraissent ne contenir que de la mannite; du moins je n'ai pas pu y constater avec certitude l'existence du tréhalose; d'autres, et c'est le plus grand nombre, contiennent en même temps, et dans des proportions très-variables, la mannite et le tréhalose; d'autres, et parmi les espèces les plus communes (*Agar. muscar.*, etc.), contiennent du tréhalose seulement et souvent en quantité très-notable (jusqu'à 10 pour 100 de la matière sèche, dans certaines espèces); d'autres enfin (*Bol. cyan.*,) contiennent en même temps de la mannite, du tréhalose et un sucre capable de réduire la liqueur cupropotassique et que je n'ai pu isoler assez complétement pour en déterminer la nature.

» Ce qui est digne de remarque, c'est que les analogies botaniques paraissent être sans aucune influence sur le choix pour l'un ou l'autre de ces sucres et que souvent des espèces extrêmement voisines, vivant sur le même sol et dans des conditions identiques, contiennent l'une de la mannite seulement, l'autre du tréhalose sans mannite. Cette différence fait supposer que les fonctions de ces espèces ne sont pas les mêmes et qu'il existe dans les unes une faculté d'hydrogénation qui manque aux autres. Serait-il vrai que, comme l'ont prétendu Humboldt et, après lui, Grischow, Marcet (3), et comme on l'a mis en doute depuis, certains champignons exhalent de l'hydrogène qui pourrait changer en mannite les hydrates de carbone à mesure que ceux-ci se forment?

» Dans la suite de ce travail j'étudierai les différences qui existent entre les fonctions des champignons producteurs d'hydrates de carbone et des champignons producteurs d'hydrates de carbone avec excès d'hydrogène; j'espère arriver à démontrer définitivement l'identité, déjà soupçonnée par M. Berthelot, du tréhalose et de la mycose. »

---

(1) Wurtz, *Dictionnaire de Chimie*, art. Mycose.

(2) *Comptes rendus*, séance du 24 février, p. 505.

(3) Sachs, *Physiol. végét.*, p. 296.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Effets d'une décortication partielle sur des marronniers d'Inde* (æsculus hippocastanum, L.). Note de M. DU BREUIL, présentée par M. Boussingault.

« Je visitais au mois d'août dernier (1872) le petit parc dépendant du château de Compiègne. Là, j'ai remarqué une vingtaine de marronniers d'Inde épars au milieu d'une épaisse futaie et dont la base du tronc était circulairement décortiquée sur une hauteur variant entre 0m,30 et 0m,40. On m'apprit que cette mutilation remontait à l'hiver de 1847-1848, époque à laquelle on avait introduit dans ce petit parc, parfaitement clos de murs, une grande quantité de lapins de garenne qui, privés d'une nourriture suffisante au moment où la neige couvrait le sol, avaient rongé l'écorce de ces arbres. Je fus très-surpris de trouver ces marronniers en pleine végétation, quoiqu'ils fussent ainsi privés d'écorce depuis vingt-quatre ans. Ils s'étaient moins développés que les individus de même espèce placés au milieu d'eux et qui avaient échappé à cet accident, mais enfin ils étaient parfaitement vivants.

» Je voulus me rendre compte de la direction suivie par les fluides puisés dans le sol par les racines et rechercher comment ces fluides pouvaient, pour alimenter le sommet de l'arbre, franchir l'espace privé d'écorce. Pour cela, je fis enlever un de ces marronniers; la tige fut laissée intacte: je conservai aux racines une longueur d'environ 0m,25, puis je fis baigner celles-ci dans un liquide coloré (pyrolignite de fer) en maintenant l'arbre dans une position verticale. Après trois jours de contact du liquide avec les racines, je fis couper le tronc à 0m,50 au-dessus de la partie décortiquée, puis je fis scier longitudinalement la base de ce tronc en faisant passer la section par le centre. Je fis également pratiquer une section transversale au milieu de l'espace décortiqué; enfin je fis polir toutes ces coupes. Voici maintenant ce que ces opérations m'ont permis de constater, ainsi que pourra le faire l'Académie sous les yeux de laquelle j'ai l'honneur de placer l'échantillon qui a servi à mes observations.

» Le tronc de ce marronnier présente un périmètre de 0m,40 vers le milieu de la partie privée d'écorce. A 0m,26 au-dessus de cette partie, le périmètre est 0m,58. La surface ligneuse mise à nu par la suppression de l'écorce est en état de décomposition. A la partie supérieure de la surface décortiquée, on remarque un bourrelet circulaire assez volumineux, résultant de l'accumulation de nouveaux tissus ligneux et corticaux qui n'ont pu se prolonger au delà de ce point. A la base de la surface dénudée on

observe aussi un bourrelet, mais beaucoup moins développé que celui du sommet et dû vraisemblablement à la superposition des couches ligneuses formées par les nombreux rameaux apparus à la base du tronc.

» J'ai pu compter sur la coupe transversale de la partie décortiquée de la tige vingt-trois couches ligneuses, et quarante-six sur la coupe du sommet pourvu d'écorce, c'est-à-dire vingt-trois couches de plus que sur la coupe correspondant à la partie privée d'écorce. Ce dernier chiffre égale à peu près la série d'années qui s'est écoulée de 1848 à 1872. Ajoutons que ces vingt-trois couches sont beaucoup plus minces que celles placées au-dessous. Tels sont les faits que l'on peut constater sur l'échantillon que j'ai l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie.

» Et maintenant, comment expliquer la formation de ces tissus ligneux et corticaux qui, pendant vingt-trois ans, sont venus se superposer au delà du point privé d'écorce? Quelles sont les parties de la tige correspondant aux surfaces décortiquées qui ont pu livrer passage aux éléments minéraux du sol et fournir aux accroissements successifs dont nous venons de parler? C'est pour tâcher de répondre à cette question que j'ai fait plonger les racines tronquées de cet arbre dans un bain de pyrolignite de fer, ainsi que je l'ai expliqué plus haut. Or il résulte de l'examen des coupes verticales et horizontales de ce tronc que ce liquide a traversé la partie de la tige correspondant au point décortiqué et qu'il a suivi, dans son mouvement d'ascension, seulement les couches ligneuses les plus centrales, celles qui, jusqu'à présent, avaient été considérées comme inertes dans les tiges d'un certain âge et ne servant plus à la circulation active des fluides.

» Est-ce là réellement la route qui a été suivie par la séve pour alimenter le sommet de l'arbre dont nous nous occupons? On pourrait objecter à cette conclusion que les couches ligneuses qui se constituent annuellement forment une série de cônes superposés et que les vaisseaux composant chacun d'eux présentent autant d'impasses à leur sommet; d'où il suit que les fluides circulant dans les vaisseaux d'un cône passent difficilement dans ceux du cône situé au-dessus, et qu'ainsi les couches ligneuses centrales sont peu aptes à alimenter le sommet de l'arbre. Du reste, dans le tronc de l'arbre sur lequel nous avons expérimenté, on remarquera, en effet, que les couches ligneuses imprégnées par le liquide coloré sont d'autant moins nombreuses qu'on s'éloigne davantage de la base. Cette coloration des tissus cesse même complétement à environ 3 millimètres au-dessus du sol.

» Une autre hypothèse pourrait être admise pour expliquer cette végétation anormale. Nous avons dit que ces marronniers sont situés au milieu

d'une épaisse futaie et, par cela même, peu exposés à l'ardeur du soleil et à l'évaporation. On sait, d'une autre part, que certaines plantes, privées du contact du sol, se contentent, pour vivre et s'accroître, des éléments qu'elles puisent dans l'atmosphère. Ne pourrait-il pas en être ainsi pour la végétation des arbres dont nous nous occupons? Mais alors on devrait trouver une grande différence entre la composition élémentaire des couches ligneuses, formées avec le concours des fluides puisés dans le sol, et celle des tissus constitués en dehors de ce concours. Pour m'assurer de ce fait, j'ai prélevé deux échantillons de bois, l'un sur la partie décortiquée de notre marronnier, l'autre au-dessus de ce point; ce dernier échantillon a été détaché de façon à enlever seulement les vingt couches ligneuses extérieures correspondant à la période à partir de laquelle la base de l'arbre a été décortiquée.

» M. Boussingault a bien voulu faire faire l'analyse de ces deux échantillons dans son laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers. En voici le résultat :

	Cendres p. 100.
N° 1. Partie décortiquée......................	0,916
N° 2. Partie non décortiquée..................	0,483

» Il résulte donc de cette analyse que les tissus ligneux formés au-dessus de la partie décortiquée contiennent moitié moins de matières minérales que ceux développés avant la décortication. Comment ces matières, provenant évidemment de la terre, sont-elles arrivées dans ces tissus, qui semblent isolés du sol?

» Cette question pourrait être résolue de la manière suivante :

» Les fluides contenus dans les tissus formés au-dessus du point décortiqué ont pénétré par endosmose les anciens tissus avec lesquels ils sont en contact. Là, ils ont dissous partiellement les matières minérales constituant ces tissus, puis, toujours par endosmose, ils sont passés dans les jeunes couches ligneuses en formation, en servant ainsi à les constituer : d'où il suit que, pour ces arbres, ce seraient les tissus des années précédentes qui s'appauvriraient de leurs matières minérales au profit des couches qui les recouvrent annuellement; mais alors les tissus anciens doivent être moins riches en matières minérales que ceux formés en dernier lieu. C'est ce dont j'ai voulu m'assurer en procédant ainsi :

» Sur l'échantillon n° 2, composé des couches ligneuses formées au-dessus du point décortiqué, j'ai séparé les couches sous-jacentes à l'écorce de celles développées pendant les premières années qui ont suivi la décor-

tication, puis j'ai fait analyser séparément ces deux portions. En voici le résultat :

	Cendres p. 100.
Couches ligneuses sous-jacentes à l'écorce..........	1,20
Couches ligneuses situées au-dessous des précédentes..	0,70

» Cette diminution considérable des matières minérales dans les tissus situés au-dessous des plus jeunes couches ligneuses me paraît confirmer l'hypothèse que je viens de poser.

» Toutefois, j'ai voulu contrôler la conclusion qu'on peut tirer de ce fait en m'assurant que, dans leur état normal, les tissus ligneux du marronnier, pris vers le centre de la tige, sont plus riches en matières minérales que les couches extérieures. Or voici le résultat de l'analyse de ces deux parties prises dans un tronc de marronnier à l'état normal et de même diamètre que le premier :

	Cendres p. 100.
Couches ligneuses centrales......................	1,48
Couches ligneuses extérieures....................	0,92

» Si donc mes observations sont exactes, on peut en conclure que les marronniers qui font l'objet de cette Note ont pu vivre pendant vingt-quatre ans tout en étant privés du contact du sol. Les éléments nécessaires à leur existence et à leur accroissement leur ont été fournis soit par l'atmosphère, soit, au moyen de l'endosmose, par les tissus ligneux formés avant la décortication.

» Toutefois, je m'empresse de soumettre ces faits et cette conclusion aux lumières et à l'appréciation de l'Académie. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les microzymas normaux du lait comme cause de la coagulation spontanée et de la fermentation alcoolique, acétique et lactique de ce liquide;* par M. A. Béchamp.

« La cause de la coagulation spontanée du lait n'est pas encore connue. Je me propose de démontrer que ce phénomène est déterminé par l'activité propre des microzymas que le lait contient normalement; c'est-à-dire que cette coagulation n'est pas nécessairement causée par l'air, soit que celui-ci intervienne par son oxygène pour faire subir une altération à la caséine, comme le veut M. Liebig, soit par des germes de ferments. Avant d'entrer en matière, je prie l'Académie de me permettre de rappeler le passage suivant d'une lettre que j'ai eu l'honneur d'écrire à M. Dumas :

« La craie et le lait, disais-je, contiennent des êtres vivants déjà développés, fait qui,

observé en lui-même, est prouvé par cet autre fait, que la créosote, employée à dose non coagulante, n'empêche pas le lait de se cailler plus tard, ni la craie de transformer, sans secours étranger, le sucre et la fécule en alcool, acide acétique, etc. (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 248; 1865). »

» Plus tard, j'ai appelé *microzymas* les êtres vivant de la craie, et je faisais pressentir qu'ils étaient le premier exemple d'une classe d'êtres semblables ; plus tard encore nous avons démontré, M. Estor et moi, que les granulations moléculaires des animaux supérieurs sont de la classe des microzymas, lesquels sont susceptibles, dans certaines circonstances, d'évoluer en bactéries. Les êtres vivants qu'en 1865 je signalais dans le lait sont précisément des microzymas capables, eux aussi, d'évoluer en bactéries. Cela posé, si les microzymas que l'on découvre dans le lait ne proviennent pas de l'atmosphère, quelle est leur origine et par quel mécanisme y arrivent-ils ? Essayons de le découvrir.

» Je rappellerai d'abord que la levûre de bière que l'on introduit dans l'empois d'amidon s'y résout en microzymas, par une sorte de résorption, une fonte, comme diraient les physiologistes (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIII, p. 443).

» La sécrétion lactée se manifeste normalement à l'époque de la parturition. Au début, dans le colostrum, on voit des globules ou cellules finement granuleux. Ces globules, pendant que la fonction s'établit et que le milieu qui les contient change, se fondent, c'est-à-dire se résorbent eux-mêmes, et les microzymas ainsi que les corps gras qu'ils contenaient deviennent libres. Lorsque la fonction est bien établie, la formation et la fonte des globules sont, en quelque sorte, simultanées, de façon que les témoins des globules formateurs du lait ne sont autres, hors de la mamelle, que les microzymas, les globules graisseux, quelques noyaux de cellules et des débris de celles-ci.

» Pour mettre en évidence les microzymas et les noyaux des cellules génératrices du lait, il suffit de délayer le lait récent dans cinq à six fois son volume d'eau créosotée, et de filtrer dans un endroit frais, à l'abri de la poussière. Le filtre retient une certaine quantité de matière insoluble et de corps gras. La matière détachée du filtre est successivement traitée par l'éther pour dissoudre le beurre, par une solution étendue de carbonate de soude pour éliminer un peu de caséine, enfin par l'eau distilée. Au microscope, sous un grossissement de 500 diamètres, on distingue alors très-nettement les microzymas, avec leurs caractères habituels, mêlés de noyaux et de débris de cellules.

» Le lait devait donc contenir et contient réellement des microzymas. Voici comme j'ai opéré pour établir que la coagulation spontanée du lait doit leur être attribuée.

» J'ai fait arriver le lait d'une vache, au moment où on la trayait à l'heure accoutumée, dans un appareil très-propre, contenant un peu d'eau créosotée, plein d'acide carbonique et traversé par un courant de ce gaz pendant qu'on le remplissait. Le lait coulait dans l'appareil à l'aide d'un entonnoir muni d'un linge fin, préalablement lavé à l'eau bouillante et créosotée. L'appareil ayant été transporté au laboratoire, le lait a été saturé d'acide carbonique; lorsque le gaz a été totalement absorbable par la potasse, l'air a été absolument intercepté et le système mis à l'étuve à 35-40 degrés. Le surlendemain, le lait était caillé.

» L'expérience a été répétée plusieurs fois, toujours avec le même succès. Au moment où la coagulation est accomplie, et que l'on distingue nettement le petit lait séparé du fromage et de la crème, il est impossible de découvrir autre chose d'organisé que les microzymas d'origine. Dans une expérience qui a duré quinze jours, il y avait des microzymas isolés, des microzymas articulés et des bactéries.

» Quels sont les produits qui accompagnent la coagulation du lait et quelle part revient à l'altération de la caséine dans le phénomène?

» On sait que l'acide lactique existe dans le lait caillé; dans mes expériences, j'ai nettement constaté sa formation en produisant du lactate de chaux. On sait également que le lait exposé à l'air peut subir une fermentation alcoolique; mais on n'a jamais recherché l'alcool et l'acide acétique dans le lait au moment où il vient de se coaguler, ni surtout dans la coagulation opérée dans les conditions où je me suis placé, c'est-à-dire à l'abri de l'oxygène. D'ailleurs, puisque les microzymas et les bactéries qui en dérivent, dans toutes les fermentations que j'ai étudiées, produisent de l'alcool et de l'acide acétique, même en l'absence du glucose, je devais retrouver ces composés parmi les produits de la coagulation du lait. En effet, outre l'acide lactique, j'ai constamment trouvé de l'alcool et de l'acide acétique en quantité notable dans mes expériences, que les microzymas aient ou n'aient pas évolué en bactéries. J'ai cherché, avec beaucoup de soin, à bien préciser que c'était l'alcool éthylique qui se formait; mais il y avait à se demander si le lait, normalement, ne contiendrait pas lui-même de l'alcool et de l'acide acétique. L'espace me manque pour donner aujourd'hui cette démonstration et pour rechercher si réellement la caséine, ou quelque autre matière albuminoïde, s'altère avant, pendant ou après la coagulation du lait. »

PALÉONTOLOGIE. — *Fossiles quaternaires recueillis par M. Œlert, à Louverné (Mayenne)*; Note de **M. A. Gaudry**, présentée par M. Milne Edwards.

« M. Œlert, directeur du musée de Laval, vient de découvrir dans la Mayenne une grande quantité de débris fossiles qu'il a adressés au Jardin des Plantes, en me priant de les déterminer.

» Une partie des pièces provient d'une grotte située à Louverné, près de Laval. Cette grotte est ouverte dans le calcaire carbonifère; elle est longue de 24 mètres; sa hauteur atteint 8 mètres; elle comprend trois chambres qui sont unies par des couloirs très-étroits. M. Œlert, aidé par M. Perrot et quelques autres archéologues de Laval, a rencontré au fond de l'une des chambres, au-dessous d'une couche de stalagmites épaisse de 2 décimètres, les échantillons suivants :

» Quatre molaires humaines; M. Hamy, auquel je les ai montrées, croit reconnaître qu'elles ont appartenu à quatre individus d'âge différent; l'une d'elles lui rappelle, par son usure plus marquée du côté interne que du côté externe, un caractère fréquent chez les hommes de la race fossile dite race de *Cro-Magnon;*

» Une portion supérieure d'humérus d'un homme de grande taille; elle était engagée dans la cendre;

» Un silex, qui, suivant M. de Mortillet, aurait été un perçoir, et des éclats de silex semblables à ceux que MM. Martin, Reboux, etc., trouvent à Paris dans les graviers à ossements de mammouth; quelques-uns appartiennent au type appelé *couteau*. M. Gustave de Lorière, que j'ai consulté sur la provenance des silex taillés de Louverné, m'a appris qu'ils ont dû appartenir originairement à l'oolithe inférieure; quelques-uns d'entre eux ont une patine blanche;

» Un bois de renne, avec une incision qui ne peut avoir été faite que par une main humaine;

» Des morceaux de charbon et de la cendre;

» Quelques ossements d'animaux.

» MM. Œlert et ses collaborateurs ont découvert, au-dessous de ces objets, des pierres posées avec symétrie formant une espèce de dallage. La présence de cendre et de charbon montre qu'il y a eu en cet endroit un foyer. Ordinairement, les Troglodytes ont fait le feu à l'entrée des cavernes pour n'être pas gênés par la fumée; dans la grotte de Louverné, le foyer était placé à 12 mètres de l'entrée; mais M. Œlert a observé une ouverture

verticale qui permettait à la fumée de s'échapper. Cette ouverture est maintenant obstruée par des blocs de pierre. Une autre chambre a un semblable passage, qui est resté libre et est encore appelé la *cheminée* par les gens du pays.

» Les os d'animaux qui m'ont été envoyés de cette même grotte se rapportent aux espèces suivantes : l'*Hyæna crocuta* (race appelée *Hyæna spelæa*), un grand *Canis vulpes*, le *Rhinoceros tichorhinus*, l'*Equus caballus*, le *Tarandus rangifer*, le *Bison*. Plusieurs os de ces quadrupèdes sont brisés et ont été rongés par les animaux. Ils semblent appartenir à l'âge du mammouth; mais, comme je ne les ai pas extraits moi-même, je ne peux dire s'ils ont été enfouis dans la même couche d'où l'on a retiré les débris humains.

» A 800 mètres de la grotte de Louverné, les ouvriers qui exploitent le calcaire carbonifère pour la fabrication de la chaux ont rencontré, dans les flancs de ce calcaire, une cavité remplie de limon jaune, de cailloux roulés, de gros blocs de calcaire et d'ossements. Les pièces qui ont été recueillies par M. Œlert caractérisent l'époque du mammouth; elles se rapportent aux espèces suivantes : l'*Hyæna crocuta* (race appelée *Hyæna spelæa*, le *Felis leo* (race dite *Felis spelæa*), la *Mustela foina*, le *Meles taxus*, le *Canis vulpes*, l'*Arctomys marmotta*, un grand lièvre qui peut être le *Lepus timidus* ou le *Lepus variabilis*, un autre rongeur de la taille du *Sciurus vulgaris*, l'*Elephas primigenius*, le *Rhinoceros tichorhinus*, le *Sus scropha*, l'*Equus caballus*, le *Tarandus rangifer*, un cerf aussi grand que le *Megaceros hibernicus*, des bovidés de même taille que ceux des races nommées *Bison priscus* et *Bos primigenius*. Il y a aussi des débris d'oiseaux que M. Alphonse-Milne Edwards s'est chargé de déterminer; il a distingué des os de deux espèces d'*Anas*, d'*Anser*, de *Mergus*, de *Nyctea nivea* et un fémur d'un rapace diurne d'espèce inconnue, plus grand que la buse, plus petit que l'*Aquila audax*.

» Les déterminations des mammifères sont basées principalement sur les caractères tirés de la dentition; les pièces des membres et surtout les vertèbres sont pour la plupart méconnaissables; elles portent de très-nombreuses marques des dents des hyènes et d'autres animaux. C'est une chose curieuse que la profusion des os brisés; je n'ai jamais rien vu de pareil dans les gisements tertiaires où l'on rencontre des restes d'hyènes. M. Desnoyers et d'autres savants auxquels j'ai soumis les échantillons des carrières de Louverné ont exprimé l'opinion que plusieurs d'entre eux rappellent, par leurs cassures longitudinales, les restes de repas humains signalés dans différentes cavernes; cependant, il leur semble qu'en présence des marques si

nombreuses laissées par les dents des animaux il serait téméraire d'attribuer à la main humaine les brisures des os.

» Le gisement de Créchy (Allier), dont M. Alphonse-Milne Edwards et M. Faure ont envoyé de très-nombreux échantillons au Muséum, doit être attribué, ainsi que celui de Louverné, à l'âge du mammouth; mais le renne y est très-rare, tandis qu'on y voit une grande quantité de débris de cerfs gigantesques, dont je n'ai retrouvé qu'un seul os parmi toutes les pièces des environs de Laval. On doit aussi remarquer que l'absence ou la rareté des ours dans la grotte de Louverné, dans les vallées de la Seine, de la Somme, etc., contraste avec l'abondance de ces animaux dans plusieurs dépôts de la France, qui semblent représenter également l'âge du mammouth. Peut-être ces différences entre des gisements très-rapprochés ne proviennent pas uniquement de ce que les quadrupèdes quaternaires ont préféré certaines localités, elles peuvent résulter aussi de ce que les dépôts de l'âge du mammouth n'ont pas tous été absolument contemporains.

» Les découvertes qui sont faites dans la Mayenne par les archéologues de Laval ne sont pas isolées; M. Œler et M. Gustave de Lorière m'annoncent que M. le duc de Chaulnes vient d'entreprendre de fructueuses recherches dans les grottes de Saulges, entre Laval et Sablé. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de l'homme pendant l'époque glaciaire, en Alsace;* Note de M. Ch. Grad.

« L'homme a vécu en Alsace à l'époque glaciaire : il a été contemporain des glaciers disparus des Vosges et des anciens glaciers des Alpes lors de leur grande extension. Son existence, à cette époque, est attestée par la présence de ses fossiles dans le lehm rhénan, vaste dépôt de boue glaciaire superposé, comme les moraines terminales des Vosges, à une formation inférieure de cailloux roulés d'origine fluviatile. Superposés immédiatement à la même formation d'alluvions anciennes, le lehm de la plaine du Rhin avec fossiles humains et les moraines des vallées vosgiennes sont de même date. Quant à l'apparition des glaciers des Vosges, elle s'explique, ainsi que l'ancien développement des glaciers des Alpes en dehors de leur limite actuelle, par une plus grande humidité du climat, avec des précipitations de neige plus abondante dans les montagnes, sans abaissement considérable de la température.

» Dès l'année 1823, le Dr Ami Boué a découvert des fossiles humains à Lahr, sur la rive allemande du Rhin, et le Dr Faudel en a signalé d'autres

en Alsace, à Eguisheim, en 1866. A Lahr comme à Eguisheim, ces ossements se sont trouvés, dans le lehm, associés à des ossements de grands mammifères d'espèce éteinte, de mammouth, de bison, de cerf, de cheval, etc. Les ossements humains de Lahr forment la moitié d'un squelette, moins la tête; ceux d'Eguisheim proviennent, au contraire, du crâne et consistent en un pariétal et un frontal qui s'adaptent l'un à l'autre. Toutes ces pièces ont été recueillies en place, enclavées dans le lehm encore adhérent à leur surface. Les fossiles de Lahr se sont présentés en saillie dans une tranchée, placés horizontalement, mais non dans la position d'un cadavre enterré en cet endroit. Les fragments du crâne humain d'Eguisheim et les ossements de mammifères d'espèce éteinte qui les accompagnent indiquent le même état de conservation. Sur les deux points, en Alsace et dans le pays de Bade, on a recueilli avec les fossiles humains les coquilles fossiles caractéristiques du Lehm : *Helix hispida, Pupa muscarum, Succinea oblonga, etc.* Provenant d'un terrain non remanié, du lehm, les ossements de Lahr et d'Eguisheim ont été enfouis lors du dépôt de ce lehm et lui sont évidemment contemporains.

» On le sait, la formation du lehm s'étend sur toute la plaine du Rhin, depuis Bâle jusqu'à Mayence, avec des caractères identiques. C'est un dépôt de limon composé d'un mélange intime de sable fin, d'argile et de carbonate de chaux, chargé par places de particules fines de mica, le tout parfaitement homogène, sans aucun indice de stratification. Avec une puissance variable, cette formation atteint sur certains points une épaisseur de 60 mètres et même plus, tandis que sur d'autres elle manque complétement et laisse paraître à la surface le sable et le gravier des alluvions anciennes, qui constituent le sol aride des forêts de Haguenau et de la Hardh. Le lehm provient, en majeure partie, de boue glaciaire consolidée, déposée par le Rhin dans la plaine au-dessous de Bâle, à l'époque où le grand glacier qui alimentait le fleuve a déposé les blocs erratiques de l'Alpe du Wurtemberg, sur les bords du lac de Constance. Du côté de la Forêt-Noire, comme le long de la chaîne des Vosges, le dépôt pénètre à l'intérieur des vallées et constitue de petites collines à pente douce, au pied des montagnes, montrant partout de nombreuses traces de dénudations et ne dépassant nulle part la limite inférieure des moraines frontales les plus avancées.

» De même que le lehm de la plaine, les moraines frontales des vallées sont superposées immédiatement au même dépôt de comblement, de cailloux roulés et de sable de formation plus ancienne. Ce dépôt inférieur de gravier se compose de galets d'origine alpine, recouverts, le long des

Vosges et de la Forêt-Noire, de cailloux roulés et de sable provenant de ces deux chaînes de montagnes, cailloux et sable dont la nature, au débouché des différentes vallées, est la même que celle des roches en place de l'intérieur. Il n'y a point de différence dans l'état et les dimensions des matériaux provenant des Alpes, d'une part; de l'autre, des Vosges et de la Forêt-Noire; mais leur origine est toujours facile à reconnaître par les différences de nature minérale. Tandis que le lehm apparaît à l'intérieur des vallées seulement en lambeaux restreints, le comblement de gravier y pénètre sans discontinuité avec des caractères qui le distinguent nettement des formations glaciaires et qui mettent en pleine évidence son origine fluviatile. Si certains géologues ont confondu ce dépôt avec les moraines profondes, c'est à tort et sans s'appuyer sur des observations exactes. En effet, les matériaux en sont disposés, non comme ceux des moraines profondes, mais comme les atterrissements des eaux courantes. Dans les puits et dans les gravières de l'intérieur des vallées, comme de la plaine, le comblement ancien se compose de cailloux arrondis, sans blocs erratiques, sans aucune trace de stries glaciaires, formant des bancs avec la disposition imbriquée que M. Daubrée a signalée pour les bancs de gravier qui se forment encore dans les rivières : les galets y sont posés les uns contre les autres avec leur face aplatie comme les tuiles d'un toit, au lieu d'être entassés confusément comme au sein des moraines profondes. Dans toutes les vallées de l'Alsace, les moraines terminales des glaciers disparus s'appuient sur le même dépôt de gravier ancien formé par l'action de l'eau. Ces moraines ne dépassent pas Giromagny dans la vallée de la Savoureuse, Kirchberg dans la vallée de la Doller, Wesserling dans la vallée de la Thur : les glaciers ne se sont pas étendus sensiblement au delà de ces limites. Bref, les moraines terminales des vallées et le lehm de la plaine, avec fossiles humains, superposés également au dépôt d'atterrissement fluviatile antérieur, sont des formations synchroniques et datent de la même époque.

» L'homme a donc vécu en Alsace à l'époque des glaciers des Vosges et lors de la grande extension des glaciers des Alpes. Un climat plus humide avec des chutes de neige excessives dans les montagnes suffit, comme nous l'avons affirmé, pour expliquer le grand développement des glaces anciennes sans abaissement considérable de la température actuelle. En effet, la température moyenne du Grindelwald, dans les Alpes, près de l'extrémité inférieure des glaciers de même nom, équivant actuellement ou se trouve à peine au-dessous de 8 degrés centigrades, moyenne annuelle de la tempéra-

ture dans les Vosges, au niveau des dernières moraines frontales, entre 400 et 450 mètres d'altitude; à 1200 mètres d'élévation, les flancs du Hohneck, un des principaux sommets des Vosges, présentent encore, pendant les années humides, de petits glaciers temporaires, ou des amas de névé persistant d'un hiver à l'autre. D'un autre côté, l'humidité du climat manifeste parfaitement son influence sur le développement des grandes glaces à la Nouvelle-Zélande, puisque sur le versant occidental des montagnes de cette contrée nous voyons les glaciers descendre jusqu'à 200 mètres au-dessus de la mer, au milieu d'une riche végétation de fougères arborescentes, alors que, sur le versant opposé, dans un air plus sec, les glaciers les plus puissants s'arrêtent déjà entre 800 et 1000 mètres d'élévation. »

ZOOLOGIE. — *Sur une Vandoise nouvelle déterminée dans les eaux du Rouergue* (Squalius oxyrrhis, *La Bl.*); Note de M. **H. de La Blanchère**, présentée par M. de Quatrefages.

« Au mois de décembre 1872, j'ai eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur deux espèces de poissons que j'ai déterminées dans les eaux du Rouergue, et dont j'ai décrit l'une, le Chondrostome de Cérès (*Chondrostoma Ceresi*, La Bl.). J'ai l'honneur de lui soumettre aujourd'hui la détermination de la Vandoise *Nas-pountchut* (*Squalius oxyrrhis*, La Bl.), ainsi appelée dans le patois du pays à cause de son *nez pointu*.

» Ce poisson porte aussi le nom de *Sietze*, qui, avec la prononciation de ces contrées, équivaut au mot *siége* ou *sié*, employé dans tout le Midi pour désigner indifféremment la plupart des poissons blancs, tant du genre des Vandoises que de celui des Chondrostomes. Il existe donc là une confusion d'espèces sous un même nom populaire, confusion qu'il importe au plus haut degré de faire cesser; car la spécification des deux genres *Squalius* et *Chondrostoma* est si aisée, si frappante, qu'il faut l'inattention du vulgaire pour confondre ces animaux sous une même appellation.

» La Vandoise Nas-pountchut fut pêchée par moi dans l'Aveyron, le 20 février 1871 pour la première fois : c'était un temps assez doux, après soleil. Cette Vandoise est un beau poisson, qui arrive à une taille de $0^m,35$, à un poids de 1 kilogramme. Les écailles sont remarquables, parce que chacune d'elles paraît bordée d'un bord double, lequel est dû à la coloration de la membrane d'insertion : ce qui, à la rencontre de trois écailles, deux et une, fait apparaître une tache noire. Il en résulte que, sous certaines

incidences de lumière, ces mêmes écailles semblent à base noire et bordées de blanc. Il convient de signaler ces particularités, parce qu'elles font connaître exactement l'aspect de l'animal dans l'eau.









» Le dos de cette Vandoise est brun pâle : ses belles et grandes écailles, marquées de stries parfaitement visibles en éventail, ont la forme toute caractéristique des Squalins, et revêtent vers le haut des flancs un riche ton bronzé, un peu doré. Le ventre est argenté, comme moiré.

» Nageoires incolores, ou très-légèrement bronzées; les pectorales très-

faiblement rosées; la caudale finement pointillée, noirâtre au bord, et marquée à la base d'une sorte de nuage verdâtre brun, très-remarquable. Opercule et préopercule marqués vers le bord de fines granulations brunes.

» Parmi les individus capturés, le nombre des femelles paraît être à celui des mâles :: 3 : 2. Au milieu de février, les femelles portaient des œufs parfaitement développés, ayant $0^m,001$ environ de diamètre. Ces œufs sont blancs, translucides, et une femelle de $0^m,21$ en portait 6000 : soit 12 grammes, à 140 par gramme. Un mois après, vers le 10 mars, les œufs étaient tout à fait mûrs, et présageaient une ponte prochaine. Je pense qu'elle a lieu vers la fin de mars ou au commencement d'avril; les gens du pays affirment que le *Nas-pountchut* pond toujours « pendant la pleine lune de mars. »

» Dans le haut Lot, dans la Trueyre, l'Argence, le Viaur, où cette espèce existe également, elle fraie aux mêmes endroits que le Chondrostome de Cérès (*Chondrostoma Ceresi*, La Bl.), dans les courants rapides et à fond garni de galets auxquels les œufs sont mêlés. Ces poissons n'ont point de lieu de prédilection : ils fraient un peu partout, et quelques semaines plus tard que les Chondrostomes. En certains cours d'eau, à courant très-rapide, les œufs sont emportés par l'eau, et vont éclore dans les nappes tranquilles.

» Au 10 mars, les intestins étaient remplis de matière végétale verte, en bouillie. Le péritoine est argenté, piqueté de points noirs médiocrement nombreux.

» OEil très-grand, jaune citron, assez vif. Dents pharyngiennes remarquablement minces pour une Vandoise, à pointes très-tourmentées et comme tordues : les cinq extérieures à bases épaisses, les deux intérieures faibles.

» Voici la formule du *Nas-pountchut*, comptée sur une trentaine d'individus, complétement identiques :

» Écailles de la *ligne latérale* = 55; neuf rangs au-dessus, sept au-dessous. D = 2 + 7·9, incolore, rayons branchus un peu bronzés. P = 1 + 14, très-légèrement rosée. V = 1 + 8, incolore. A = 2 + 8, incolore. C = 19, bronzée, pointillée légèrement de noirâtre.

» J'ai laissé à dessein comme dernier caractère typique la conformation anormale du nez, qui s'avance en pointe aiguë en avant de la bouche, assez grande, et au-dessus des lèvres, lesquelles sont grosses et en bourrelet.

» Les pêcheurs signalent la malice et la finesse du *Nas-pountchut*. Lorsqu'on jette l'épervier, seul mode de capture possible dans les rivières cou-

vertes d'arbres où ces Vandoises habitent, elles fuient d'un coup d'aileron tellement rapide et au moyen d'un si brusque crochet, qu'elles évitent souvent le filet, à moins que le pêcheur ne soit caché d'une manière parfaite. Quand elles sont prises, elles s'élancent du nez contre le filet, et, si elles trouvent la moindre fissure, elles savent en profiter pour fuir. A la ligne, elles ne mordent point, ou du moins très-rarement, même à la mouche.

» Les particularités de cette espèce ne s'accordent avec aucune des espèces déterminées en France, et il est utile de la dénommer : j'ai cru pouvoir l'appeler *Squalius oxyrrhis*, par une traduction littérale de son nom rouergat *Nas-pountchut*. Je me réserve cependant de la comparer plus tard à la Vandoise rostrée (*Leuciscus rostratus*) d'Agassiz. Dans le cas où les deux espèces se confondraient, ce qui n'est pas probable, j'aurais néanmoins constaté en France la présence d'une espèce reconnue jusqu'ici seulement en Suisse et en Allemagne.

» Il est bon de remarquer que, dans l'Aveyron et les autres cours d'eau du département, la Vandoise commune manque, ainsi que plusieurs autres Cyprinidés, communs partout : les Gardons Rosse et Rotengle, la Brème, la Bordellière, etc.... Les poissons blancs ne sont représentés que par le Chevesne, le *Nas-pountchut* et le Chondrostome de Cérès, que j'ai décrit dans ma première Communication. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les mouvements de l'atmosphère au point de vue de la prévision du temps;* par M. DE TASTES. Note présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville. (Extrait.)

« J'ai déjà eu l'honneur d'exposer à l'Académie, dans une Note qui a paru aux *Comptes rendus* du 4 septembre 1871, les idées qui m'avaient conduit à la prévision de la sécheresse de 1870 et du grand hiver qui l'a suivie. Ces idées, que j'hésitais alors à publier, parce qu'elles ne me paraissaient pas appuyées sur un nombre de faits suffisant, ayant reçu, depuis cette époque plusieurs confirmations, je crois devoir appeler de nouveau l'attention de l'Académie sur une théorie qui, au point de vue de la Météorologie pratique ou de prévision, n'est peut-être pas sans intérêt.

. . . .

» J'admets que le mouvement qui porte l'air chaud et humide de la zone maritime des calmes équatoriaux vers les régions polaires et ramène cet air refroidi vers son point de départ, mouvement qui constitue un véritable système de réchauffement des régions de hautes latitudes par circu-

lation d'air chaud, s'effectue par suite de l'inégale répartition des terres et des mers dans notre hémisphère de la manière suivante :

» Un vaste courant aérien, parti des hautes régions de l'atmosphère situées au-dessus de l'Atlantique équatorial, s'avance vers le nord en s'infléchissant vers l'est par l'effet du mouvement diurne de la Terre; à partir du 30e degré de latitude, il rase la surface du globe, suit la direction du courant marin du Gulf-Stream, et pénètre avec lui jusqu'à des latitudes élevées. A mesure qu'il atteint des parallèles de rayon décroissant, sa direction s'incline de plus en plus vers l'est; il côtoie une zone d'air froid qui recouvre les régions polaires, et revient peu à peu vers le sud, après avoir condensé la plus grande partie des vapeurs dont il était chargé. Il traverse du nord au sud l'Europe orientale, et, revenant vers l'équateur sous forme de vent alizé, il complète un vaste circuit que je désigne sous le nom de *système aérien de l'Atlantique*.

» Un circuit analogue, quoique moins nettement accusé, existe sur l'océan Pacifique. Le Kuro-Siwo, ou courant du Japon, n'a pas dans cette mer immense l'importance relative du Gulf-Stream dans l'Atlantique.....

» Le courant aérien qu'il détermine, qu'il *amorce* pour ainsi dire, pénètre moins avant dans le nord que son congénère européen; mais, comme lui, il s'infléchit vers l'est, puis, redescendant vers le sud à travers le continent américain, il complète son circuit en rejoignant, sous le nom d'*alizé*, la région des calmes équatoriaux.

» Ces deux grands circuits sont encore loin de recouvrir la surface entière de notre hémisphère. Entre le 60e et le 135e degré de longitude orientale s'étend le vaste continent d'Asie qui, par sa situation géographique, est soumis à un régime spécial, aussi bien au nord qu'au sud de ce prodigieux et triple massif montagneux qui, du Bolor, s'étend aux plateaux de la Mongolie. Au sud, règne le régime des moussons; au nord, c'est la Sibérie qui, soustraite à l'influence des vents marins, offre le type le plus accentué du climat excessif.

» Enfin, autour du pôle s'étend une zone irrégulière, dont la forme est assez exactement représentée par les isothermes de 5 degrés et de zéro et par les lignes isodynamiques voisines, tracées en projection stéréographique sur le plan de l'équateur. J'admets que cette région reste en dehors, mais en hiver principalement, des grands mouvements gyratoires des zones tempérées et tropicales.

» Les vicissitudes de nos saisons sont étroitement liées aux variations qu'éprouvent dans leur ampleur et dans leur vitesse les deux courants aé-

riens que je viens de définir. Le circuit atlantique, favorisé par les conditions géographiques de la région qu'il parcourt, s'avançant d'ordinaire à des latitudes plus élevées que le circuit du Pacifique, la zone des calmes polaires n'est pas répartie symétriquement autour du pôle : elle est plus rapprochée des côtes arctiques de l'Amérique et de l'Asie que des nôtres, et les hivers de ces contrées sont plus rudes que les hivers d'Europe à latitude égale; mais si, accidentellement, le courant aérien du Pacifique augmente d'ampleur et de vitesse, et que celui de l'Atlantique s'affaiblisse, la zone polaire descend vers nous, et nos hivers deviennent rigoureux. La quantité de chaleur répandue sur notre hémisphère pouvant être considérée comme constante, les hivers américains et européens doivent être *complémentaires*. Ils dépendent du mouvement oscillatoire qu'éprouve la zone polaire sous l'influence de la prépondérance alternative des deux grands courants d'air qui s'appuient et s'infléchissent sur son contour.

» Examinons, en particulier, le circuit atlantique, qui exerce sur le caractère de nos saisons une action si puissante, et sur lequel nous sommes d'ailleurs beaucoup mieux renseignés. Il circonscrit une région d'étendue variable où règnent des pressions élevées, où le ciel est tantôt serein, tantôt brumeux, où les mouvements de l'air sont peu marqués et indécis, si ce n'est parfois sur son pourtour, où se manifestent des remous et des contre-courants. Cette zone centrale, qui joue dans l'océan aérien le rôle de la mer de Sargasse dans l'Atlantique, s'impose à l'attention de l'observateur lorsqu'il jette les yeux sur les cartes quotidiennes où l'on trace les isobares. L'isobare de 765 peut être considérée comme dessinant le contour de la zone. Si le fleuve aérien qui l'entoure manque de largeur et charrie un faible volume d'air, elle occupe une grande surface : c'est ce qui arrive souvent dans la belle saison; si le lit du fleuve est large et si la masse d'air en mouvement est considérable, elle se réduit à de minces proportions, à une sorte d'îlot cantonné le plus souvent autour du massif des Alpes. Cette zone plane au-dessus de l'Europe et se déplace lentement dans tous les sens avec le courant qui l'environne. En suivant attentivement et jour par jour le sens de son déplacement et les modifications qu'il subit dans sa forme et dans son étendue, il est possible de formuler, sur la nature du temps en un lieu donné, quelques prévisions heureuses.

» C'est en m'appuyant sur ces conceptions hypothétiques que j'ai pu annoncer la sécheresse de 1870 et le grand hiver de 1870 à 1871. C'est par suite des mêmes considérations que le célèbre *coup de froid* des 9 et 10 décembre 1871 a été pour moi l'indice du retour du circuit atlantique aux

conditions normales dont il s'était écarté depuis 1869, et que j'ai pu annoncer que le reste de l'hiver serait doux pour nos régions occidentales; que l'année 1872 serait une année normale, c'est-à-dire une belle année, et que nos sources, appauvries par une longue sécheresse, seraient ravitaillées (1). La même méthode m'a conduit à prévoir l'hiver doux et pluvieux que nous venons de traverser, ainsi que le caractère du présent mois de février (2).

» Je me bornerai à entrer dans quelques détails sur ces dernières prévisions. En octobre 1872, la direction de la trajectoire des mouvements tournants, qui, comme des flotteurs sur un courant liquide, indiquent le lit du fleuve atmosphérique; leur nombre, leur étendue, leur intensité décelaient dans notre circuit une ampleur et une force d'impulsion peu ordinaires. A une époque de l'année où, l'anneau équatorial des nuages passant dans l'hémisphère austral, on voit ordinairement la branche de notre circuit, qu'on désigne sous le nom de *courant équatorial*, s'avancer vers le nord à des latitudes moins élevées, on la voyait, au contraire, pénétrer jusqu'à l'extrémité septentrionale de l'Europe. Le refoulement de la zone polaire vers les côtes de l'Asie et de l'Amérique boréales devait en être la conséquence, et, comme des mouvements qui animent de si puissantes masses aériennes exigent nécessairement un temps assez long pour modifier complétement leur allure, un hiver rigoureux pour l'Amérique du Nord et la Sibérie orientale, doux et pluvieux pour l'Europe, devenait plus que probable.

» Le courant équatorial, si troublé et si tumultueux en novembre, prend, après le 10 décembre, une marche plus paisible, et, côtoyant l'Europe occidentale, laisse notre contrée à la limite qui sépare le courant de la zone centrale des calmes. Cette situation atmosphérique, si favorable à la beauté et à la douceur de nos hivers, se maintient tout le reste du mois de décembre et dans la première quinzaine de janvier, et nous donne une série de beaux jours signalés par une foule de manifestations printanières; mais, le 19, un mouvement tournant, d'une étendue et d'une violence extraordinaires, envahit une grande partie de l'Europe. On pouvait soupçonner que le courant équatorial était refoulé par suite d'un mouvement rétrograde de la zone polaire, mouvement provoqué probablement par

(1) *Annales de la Société d'Agriculture d'Indre-et-Loire*, numéro de janvier 1872, p. 23.

(2) *Journal d'Agriculture* de M. Barral, n° 189, p. 290; *Annales de la Société d'Agriculture d'Indre-et-Loire*, tableau météorologique d'octobre 1872.

une reprise dans l'énergie du circuit du Pacifique. Ce soupçon devenait presque une certitude, lorsque les isobares de 780 et 775 faisaient, peu de jours après, leur apparition à l'angle nord-est de la carte d'Europe, tandis que, pour la première fois depuis le commencement de l'hiver, des froids intenses sévissaient sur la Laponie et la Finlande. Devant cette lente progression de la zone des calmes polaires vers le sud-ouest, le courant équatorial devait s'infléchir du nord-ouest au sud-est, côtoyant cette zone qui formait sa rive gauche, et répandre sur son passage, à travers l'Angleterre, la France, la Méditerranée et l'Italie, les pluies froides, les neiges et tout le cortége de frimas d'un hiver tardif. Je pouvais donc écrire, le 1er février, dans mon bulletin mensuel, adressé à l'Observatoire de Montsouris : « La » végétation est assez avancée chez nous; mais le mois de février, qui nous » attend, y mettra bon ordre. » J'avais, en effet, la conviction que février serait plus froid que janvier. Ces prévisions sont encore rares, hésitantes et à courte échéance, parce que l'insuffisance de nos renseignements ne nous révèle qu'une très-petite partie de la situation atmosphérique; mais vienne le jour où l'état synchronique de l'atmosphère nous sera connu sur une grande partie de notre hémisphère, et où, au lieu d'un coin du tableau, nous verrons le tableau tout entier, et ces prévisions prendront un tout autre caractère d'autorité et de certitude. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur l'usage du vermouth dans la consommation;* Mémoire de M. E. DECAISNE. (Extrait.)

« De mes observations sur trente-quatre buveurs de vermouth, et de l'examen de onze vermouths de qualités et de prix différents, je crois pouvoir tirer les conclusions suivantes :

» 1° La liqueur connue sous le nom de *vermouth*, et fabriquée avec des vins blancs et un certain nombre de plantes toniques et amères, est un excitant puissant. Le degré alcoolique du vermouth, quoique moindre que celui de l'absinthe, est en général assez élevé.

» 2° L'abus du vermouth produit, comme l'abus de l'eau-de-vie et de l'absinthe, les états qu'on a désignés sous les noms d'*alcoolisme aigu* et d'*alcoolisme chronique*. Sans amener aussi rapidement que l'absinthe l'alcoolisme aigu et l'alcoolisme chronique, le vermouth détermine, en très-peu de temps, des désordres dans les fonctions digestives et le système nerveux.

» 3° Comme pour l'absinthe, un des plus grands dangers du vermouth

consiste dans les sophistifications qu'on lui fait subir. La plupart des vermouths livrés à bas prix sont composés de façon à masquer le goût détestable des vins et des plantes de mauvaise qualité qui servent à fabriquer cette liqueur. Dans ce but, une industrie coupable fait souvent entrer dans ces vermouths des acides dangereux, acide chlorhydrique, acide sulfurique, etc. Les vins blancs qui entrent dans la composition des vermouths à bas prix sont la plupart du temps piqués, plâtrés, etc. Les plantes, souvent avariées, n'ont plus qu'une valeur commerciale insignifiante.

» 4° Comme le vin de quinquina et les autres vins amers usités en médecine, le vermouth de bonne qualité, c'est-à-dire fabriqué avec des vins blancs irréprochables et des plantes qui n'ont subi aucune altération, doit être employé seulement comme médicament dans certains cas déterminés. Le vermouth, même de bonne qualité, employé généralement comme apéritif, devrait être banni de la consommation. »

M. E. Marchand demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 31 janvier 1870, et inscrit sous le numéro 2534.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note intitulée : « Puissance et mesure de l'action chimique exercée par la lumière ». Cette Note, trop étendue pour qu'il soit possible à M. le Secrétaire perpétuel d'en donner une analyse immédiate à l'Académie, sera analysée dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 3 mars 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

L'arome et la synthèse des fluides; par Ch. Drouet. Nancy, imp. Wagner, 1873; in-12.

Nouvelle théorie des logarithmes, précédée d'une thèse générale sur trois difficultés célèbres en mathématiques; par H. Fleury. Paris, Ch. Delagrave et Cie, 1873; in-8°.

Les Merveilles de l'Industrie; par L. FIGUIER; 3e et 4e séries : *Poteries, fayences et porcelaines* Paris, Furne et Cie, 1873; 2 liv. grand in-8°.

Lessons on hygiene and surgery from the franco-prussian war; by Ch.-Al. GORDON. London, Baillière, Tindall et Cox, 1873; in-8°, relié. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Annuario da Universidade da Coimbra, 1872-1873. Coimbra, 1872; in-8°.

L.-G. PESSINA. *Ai signori astronomi e fisico-matematici.* Messina, 1873; in-8°.

Pubblicazioni del reale Osservatorio di Brera in Milano; n° 1 : *Sul grande commovimento atmosferico avvenuto il 1° di agosto 1872, nella bassa Lombardia e nella Lomellina;* Annotazioni di G. CELORIA. Milano, U. Hoepli, 1873; in-4°.

Zeitschrift des Königlich preussischen Statistischen Bureäus, redigirt von dessen director D.-E. ENGEL; Zwölfter Jahrgang 1872, Heft I-IV. Berlin, 1872; in-4°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1873.

Annales de Chimie et de Physique; février, mars 1873; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; janvier 1873; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; liv. 3, 4, 1873; in-8°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; janvier 1873; in-8°.

Annales du Génie civil; février 1873; in-8°.

Annales industrielles; nos 5 à 9, 1873; in-4°.

Annuaire de la Société Météorologique de France; n° 16, 1873; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos des 2, 9, 16 février 1873; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 182, 1873; in-8°.

Bulletin astronomique de l'Observatoire de Paris; nos 79, 80, 1873; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 1, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Comptes rendus nos 1 et 2, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris; février, mars 1873; in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; janvier 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; n° 7, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; novembre, décembre 1872 et janvier 1873; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; mars, mai 1872; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; nos des 15 et 28 février 1873; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto, t. VI, n° 12, 1873; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio romano; t. XII, n° 1, 1873; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio di Palermo; t. VIII, nos 5 à 9, 1873; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 3 à 8, 1er semestre 1873; in-4°.

Chronique de l'Industrie; nos 54 à 56, 1873; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 11 à 14, 17 à 26, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 6 à 9, 1873; in-4°.

Iron, t. I, nos 4, 5, 7, 1873; in-folio.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; janvier 1873; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 7 à 9, 1873; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 200 à 203, 1873; in-8°.

Journal de l'Eclairage au Gaz; n° 4, 1873; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; février, mars, 1873; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; février 1873; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos des 15 et 28 février 1873; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 44 à 46, 1873; in-folio.

Journal de Physique théorique et appliquée; février 1873; in-8°.

L'Abeille médicale; nos 6 à 9, 1873; in-4°.

L'Aéronaute; février 1873; in-8°.

L'Art dentaire; février 1873; in-8°.

L'Art médical; février 1873; in-8°.

L'Imprimerie; janvier 1873; in-4°.

Le Gaz; n° 8, 1873; in-4°.

Le Messager agricole; t. IV, n° 1, 1873; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; n° 4, 1873; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; février 1873; gr. in-8°.

Les Mondes; n°s 7 à 9, 1873; in-8°.

La Revue médicale française et étrangère; n^os^ des 1, 8, 15, 22 février 1873; in-8°.

Magasin pittoresque; février 1873; in-4°.

Marseille médical; 10e année, n°s 1 et 2, 1872; in-8°.

Montpellier médical. Journal mensuel de Médecine; février 1873; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* janvier 1873; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; décembre 1872; in-4°.

Monatsbericht der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; novembre 1872; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; février 1873; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; n°s 3 et 4, 1873; in-8°.

Revue Bibliographique universelle; février 1873; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; février 1873; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n°s 4 et 5, 1873; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; 3e année, n° 49; 4e année, n°s 9, 10, 11, 1873; in-8°.

Revue maritime et coloniale; février 1873; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; février 1873; in-8°.

Société entomologique de Belgique; n° 83, 1873; in-8°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; n°s 2, 3, 1873; in-8°.

Société des Ingénieurs civils; n° 3, 1873; in-4°.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Févr. 1873.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres de la terrasse (1). Minima.	Thermomètres de la terrasse (1). Maxima.	Thermomètres de la terrasse (1). Moyennes.	Thermomètres du jardin. Minima.	Thermomètres du jardin. Maxima.	Thermomètres du jardin. Moyennes.	Température moyenne de l'air à 19 mètres.	Température moyenne du sol à 0m,02.	Température moyenne du sol à 0m,10.	Température moyenne du sol à 0m,30.	Température moyenne du sol à 1m,00.	Thermomètre noir dans le vide (T − t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
1	755,4	-3,2	(2)-0,2	-1,7	-3,1	(3)-0,3	-1,7	»	0,6	1,3	2,4	5,4	0,5	3,26	80,5	»	0,0
2	741,6	-1,2	7,7	2,7	-1,9	8,3	3,2	»	2,0	2,0	2,4	5,2	3,9	5,35	86,5	»	9,5
3	756,8	1,0	4,0	2,5	1,0	3,8	2,4	»	2,7	2,9	3,2	5,1	0,3	4,78	83,5	»	13,0
4	754,6	0,5	2,7	1,6	0,4	2,6	1,5	»	2,2	2,6	3,1	5,1	0,9	4,67	89,7	»	10,5
5	756,8	0,6	3,0	1,8	0,5	2,8	1,6	»	2,4	2,6	3,2	5,1	0,4	4,94	96,5	»	8,0
6	753,2	-0,3	2,2	0,9	-0,5	2,3	0,9	»	1,7	2,2	3,1	5,0	1,2	4,35	88,8	»	0,0
7	749,6	-0,2	0,6	0,2	-0,3	0,5	0,1	»	1,2	1,8	2,8	5,0	1,1	4,58	99,5	»	0,0
8	753,7	-1,1	0,6	-0,2	-1,1	0,5	-0,3	»	1,2	1,7	2,5	4,9	1,8	4,32	97,5	»	0,0
9	756,5	-2,3	-0,6	-1,4	-2,5	-0,6	-1,5	»	0,8	1,3	2,3	4,8	0,7	3,96	95,0	»	0,0
10	757,4	-2,1	0,0	-1,0	-1,9	-0,2	-1,0	»	0,8	1,2	2,2	4,7	1,3	4,08	94,0	»	0,0
11	760,4	-2,0	2,1	0,0	-2,1	2,1	0,0	»	0,6	1,1	2,0	4,6	7,4	3,94	83,7	»	0,0
12	757,5	-0,9	3,3	1,2	-1,0	3,2	1,1	»	1,0	1,2	1,9	4,5	3,3	4,43	84,5	»	0,0
13	758,[illegible]	-1,4	3,7	1,1	-1,5	3,8	1,1	»	1,2	1,5	2,0	4,4	1,7	4,50	85,0	»	0,0
14	761,8	1,2	7,9	4,5	1,1	8,2	4,6	»	2,4	2,4	2,6	4,3	3,8	4,77	77,3	»	0,0
15	766,[illegible]	1,8	5,4	3,6	1,2	5,8	3,4	»	2,9	2,9	3,0	4,3	0,7	5,06	88,5	»	0,0
16	770,1	3,3	6,4	4,8	2,6	6,7	4,6	»	2,9	3,1	3,3	4,4	2,3	4,44	72,3	»	0,0
17	771,7	0,8	6,6	3,7	0,6	7,0	3,8	»	2,1	2,7	3,3	4,5	6,0	4,33	77,5	»	0,0
18	773,3	-1,6	7,8	3,1	-2,1	8,3	3,1	»	1,5	2,2	3,1	4,5	5,4	4,68	86,5	»	0,0
19	772,5	-2,4	2,1	-0,1	-2,6	2,2	-0,2	»	1,2	1,9	2,8	4,5	0,9	4,26	98,0	»	0,0
20	769,7	-2,7	-0,6	-1,6	-2,8	-0,8	-1,8	»	1,0	1,6	2,6	4,5	0,5	3,92	99,0	»	0,0
21	763,5	-3,1	-0,7	-1,9	-3,4	-1,0	-2,2	»	0,8	1,4	2,3	4,4	0,9	3,81	98,0	»	5,0
22	755,3	-1,8	4,6	0,9	-2,9	5,1	1,1	»	2,0	2,0	2,3	4,4	2,9	4,82	96,0	»	6,0
23	754,1	0,8	5,6	3,2	0,5	5,6	3,0	»	3,0	2,9	2,9	4,3	1,1	5,18	86,7	»	21,0
24	750,7	3,0	10,6	6,8	3,1	10,5	6,8	»	4,7	4,6	3,7	4,3	1,4	6,82	85,5	»	16,0
25	751,5	8,3	12,5	10,4	8,1	12,6	10,3	»	7,9	6,9	5,4	4,5	2,8	7,19	77,0	»	»
26	735,4	7,6	11,3	9,9	7,7	12,5	10,1	»	8,0	7,3	6,4	4,8	3,3	7,48	86,2	»	14,0
27	740,9	1,7	8,4	5,0	1,5	8,5	5,0	»	5,7	5,8	6,4	5,2	0,6	5,47	82,5	»	10,0
28	746,1	0,0	5,9	2,9	-0,1	5,9	2,9	»	2,7	4,0	5,2	5,4	1,6	4,74	92,8	»	»
Moy.	756,4	0,1	4,4	2,2	-0,1	4,5	2,2	»	2,4	2,7	3,2	4,7	2,1	4,79	88,3	»	»

(1) Terrasse du grand escalier. Façade nord de l'établissement.
(2) Nombre obtenu par interpolation. — (3) Nombres obtenus par comparaison.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Févr. 1873.

Dates.	Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison (1).	Inclinaison.	Intensité.	Pluie. Terrasse.	Cour.	Évaporation.	Vents. Direction et force.	Nuages.	Nébulosité.	Remarques.
	° ′	° ′		mm	mm					
1	A+30,2	B+43,5	»	»	»	»	ENE faible.	NNE	1,0	Brume.
2	28,0	42,4	»	»	3,1	»	S assez fort.	SSO	0,8	Neige et pluie.
3	28,2	41,7	»	»	5,4	1,0	O assez fort.	O	1,0	Neige.
4	29,7	42,3	»	»	0,4	0,9	SSO faible.	OSO	1,0	Couvert.
5	30,0	42,0	»	»	2,4	0,3	S à NE faible.	SE	1,0	Pluie et neige.
6	32,4	42,7	»	»	0,1	»	NNE ass. fort.	NNE	1,0	Neige.
7	27,4	41,1	»	»	9,4	»	NNE ass. fort.	»	1,0	Neige.
8	30,5	41,2	»	»	4,6	»	NE modéré.	NNE	1,0	Neige.
9	30,7	42,5	»	»	0,8	»	N modéré.	»	1,0	Neige.
10	28,9	43,3	»	»	0,4	»	N modéré.	NNO	1,0	Brume. Neigeux.
11	29,8	41,5	»	»	0,1	»	N modéré.	NNE	0,6	Brume. Neigeux.
12	30,3	41,3	»	»	3,6	»	N assez fort.	N	1,0	Neige.
13	28,8	42,1	»	»	0,0	1,7	NNO faible.	NO	1,0	Brume. Pluvieux.
14	28,8	42,2	»	»	»	2,0	NO faible.	NNO	0,9	Brume, rosée le soir.
15	30,0	42,3	»	»	»	0,8	NO tr.-faible.	NNO	1,0	Brouillard, brume.
16	30,7	42,7	»	»	»	2,8	NE faible.	NE	0,9	Brume.
17	29,5	42,0	»	»	»	2,1	ENE faible.	ENE	0,1	Gelée blanche; brume.
18	28,8	42,3	»	»	»	»	NNE tr.-faible.	»	0,0	Gelée blanche; brume.
19	28,4	41,4	»	»	»	»	ENE faible.	»	1,0	Brouillard. Gelée blanche.
20	26,3	44,1	»	»	»	»	E faible.	»	1,0	Brouillard.
21	30,0	43,0	»	»	»	»	E tr.-faible.	»	1,0	Brouillard.
22	29,2	41,9	»	»	1,6	»	S faible.	SO	1,0	Brouillard; pluie le soir.
23	26,3	40,9	»	»	2,8	»	SO faible.	SSO	0,6	Brume. Pluvieux.
24	29,7	40,0	»	»	6,2	2,8	SO assez fort.	SO	1,0	Pluie.
25	33,0	39,1	»	»	1,4	3,8	SSO assez fort.	SO	0,8	Pluie le matin.
26	37,0	39,4	»	»	8,6	4,8	SSO assez fort.	SO	1,0	Pluie.
27	33,3	40,6	»	»	2,2	2,0	ONO modéré.	ONO	0,9	Pluvieux.
28	33,2	43,0	»	»	6,0	1,7	N modéré.	NNO	0,6	Neige. Gelée blanche le soir.
Moy.	A+30,0	B+41,9	»	»	59,1	»			0,86	

(1) Les déclinaisons sont comptées positivement vers l'est, et négativement vers l'ouest. A est négatif.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Montsouris. — Févr. 1873.

Résumé des observations régulières.

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	756,12	756,25	756,41	756,01	756,47	756,70	756,48	756,46 (1)
Pression de l'air sec	751,55	751,62	751,49	751,01	751,62	751,91	751,66	751,67 (1)
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (fixe)	1,13	1,46	3,11	3,86	3,08	2,27	1,78	2,15 (1)
» (fronde)	1,10	1,50	3,21	3,95	3,09	2,26	1,79	2,19 (1)
Thermomètre à alcool incolore	0,99	1,32	3,01	3,77	2,92	2,14	1,68	2,04 (1)
Thermomètre électrique à 29m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	1,90	4,97	11,63	9,33	2,59	»	»	7,13 (2)
Thermomètre noir dans le vide, T	1,67	4,40	10,65	8,66	2,59	»	»	6,58 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, t	1,20	2,66	6,67	5,99	2,59	»	»	4.48 (2)
Excès (T' — t)	0,70	2,31	4,96	3,34	0,00	»	»	2,65 (2)
Excès (T — t)	0,47	1,74	3,98	2,67	0,00	»	»	2,10 (2)
Températ. du sol à 0m,02 de profondr	1,98	2,06	2,83	3,48	3,03	2,53	2,31	2,43 (1)
» 0m,10 »	2,49	2,48	2,54	2,97	3,07	2,92	2,80	2,68 (1)
» 0m,20 »	2,67	2,66	2,62	2,74	2,86	2,90	2,90	2,77 (1)
» 0m,30 »	3,11	3,10	3,07	3,10	3,16	3,22	3,24	3,16 (1)
» 1m,00 »	4,72	4,72	4,72	4,72	4,73	4,73	4,73	4,72 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	4,57	4,63	4,92	5,00	4,85	4,79	4,82	4,79 (1)
État hygrométrique en centièmes	90,3	87,2	85,5	82,2	83,6	87,3	91,3	88,3 (1)
Pluie en millimètres (jardin)	28,1	2,2	7,6	2,8	7,7	5,0	5,7	t. 59,1
Évapor. totale en millim. (du 1er au 15)	″	″	″	″	″	″	″	″
Évaporation moy. diurne en millim.	″	″	″	″	″	″	″	″
Inclinaison magnétique (3) B +	41',84	41',87	41',91	41',22	41',45	41',96	41',88	41',90 (1)
Déclinaison magnétique (3) A +	29,69	29,97	24,44	24,81	26,35	28,79	31,07	28,57 (1)

Tempér. moy. des maxima et minima (terrasse du grand escalier)	2°,2
» » (parc)	2,2
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie)	3,1
Pluie en millimètres (jardin)	59,1
Évaporation totale du mois en millimètres	″

Nota. — Dans l'installation nouvelle de la boussole des variations de déclinaison, les angles sont comptés positivement dans le sens de l'est et négativement dans le sens de l'ouest. Le terme A est donc négatif. Lorsque cette constante aura été déterminée, nous rétablirons les déclinaisons dans leur forme ordinaire et avec leur valeur absolue.

---

(1) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

(3) La valeur des constantes A et B sera donnée ultérieurement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 MARS 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Théorie du mouvement de Jupiter;* par M. **Le Verrier.**

« Dans le Chapitre XVIII des *Recherches astronomiques*, j'ai considéré l'ensemble des inégalités des mouvements de Jupiter et de Saturne autant qu'elles dépendent les unes des autres.

» Dans le Chapitre XIX, déjà présenté à l'Académie, ainsi que le précédent, j'ai déterminé les variations séculaires des éléments des orbites des quatre planètes Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune avec toute la précision nécessaire à l'Astronomie.

» Par là je me suis trouvé en mesure de constituer la théorie définitive des planètes ci-dessus. J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie la théorie complète de Jupiter, constituant le Chapitre XX des *Recherches astronomiques.* »

ASTRONOMIE. — *Passage de Vénus; Méthode pour obtenir photographiquement l'instant des contacts, avec les circonstances physiques qu'ils présentent;* par M. J. **Janssen.**

« On sait que l'observation des contacts doit jouer un grand rôle dans les études sur le passage de Vénus. Cette observation doit se faire optique-

ment, et présente des difficultés toutes spéciales et bien connues. On comprend donc tout l'intérêt qu'il y aurait à obtenir photographiquement ces contacts; mais les méthodes ordinaires ne peuvent conduire à ce but; il faudrait connaître l'instant précis du phénomène pour en prendre la photographie, et c'est la méthode optique, avec les incertitudes qu'elle comporte, qui seule peut le donner.

» J'ai eu la pensée de tourner cette difficulté au moyen d'un appareil qui permît de prendre, au moment où le contact va se produire, une série de photographies, à des intervalles de temps très-courts et réguliers, de manière que l'image photographique de ce contact fût nécessairement comprise dans la série et donnât en même temps l'instant précis du phénomène.

» L'emploi d'un disque tournant donne une solution de la question qui paraît satisfaisante. Voici le dispositif :

» La plaque sensible prend la forme d'un disque; elle se fixe sur un plateau denté qui peut tourner autour d'un axe parallèle à l'axe de la lunette ou du télescope qui donne l'image du Soleil. Le disque est excentré de manière que les images se forment vers la circonférence. Devant ce disque, un deuxième disque fixe formant écran est percé d'une petite fenêtre pratiquée de manière à limiter l'impression photographique à la portion de l'image solaire où le contact doit se produire.

» Le plateau circulaire qui porte la plaque sensible est denté et mis en rapport avec un petit appareil d'échappement commandé par un courant. A chaque seconde, le pendule d'une horloge interrompt le courant, le plateau tourne de la valeur angulaire d'une dent, ce qui amène sous la fenêtre une portion non impressionnée de la plaque, où une nouvelle image du bord solaire vient se peindre. Si le disque porte par exemple 180 dents, la plaque pourra recevoir 180 images du bord solaire. On pourra donc commencer les photographies une minute et demie avant l'instant présumé du contact (instant que le spectroscope peut d'ailleurs indiquer pour le premier contact extérieur). Quand la série relative à un premier contact est obtenue, la plaque sensible est retirée et remplacée par une autre qui donnera le deuxième contact, et ainsi pour les quatre.

» Ces plaques sont ensuite examinées à loisir avec un microscope; l'instant du contact est donné par l'ordre de la photographie qui, dans la série, en présentera l'image.

» On comprend qu'il est nécessaire de régler le temps de pose. On y parvient au moyen d'une languette métallique munie d'une fente variable qui

forme écran devant la fenêtre du disque obturateur, et qui, par une disposition mécanique particulière, découvre la fenêtre pendant la fraction de seconde reconnue convenable dans les essais préliminaires.

» Cette Note est simplement destinée à indiquer le principe de la méthode; on donnera plus tard les détails et les dessins nécessaires à la réalisation. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur dégagée dans la réaction entre les hydracides et l'eau, et sur le volume moléculaire des solutions;* par M. Berthelot.

« En poursuivant l'étude de la statique chimique des dissolutions, j'ai été conduit à mesurer la chaleur dégagée dans la réaction des hydracides (acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique) et des alcalis (potasse, soude, ammoniaque) sur l'eau ; cette mesure caractérise la formation thermique des solutions d'hydracides et d'alcalis à divers degrés de concentration. J'exposerai d'abord les résultats numériques, puis les conséquences théoriques qui me paraissent en découler.

I. — Acide chlorhydrique.

» 1. J'ai trouvé, dans des expériences faites avec M. Longuinine, qu'un équivalent de gaz chlorhydrique ($HCl = 36^{gr},5$) mis en présence de 100 à 400 fois son poids d'eau (200 à 800 H^2O^2) dégage $+ 17^c,43$. Cette valeur concorde avec celles que M. Favre (17,5) et M. Thomsen (17,31) ont obtenues de leur côté.

» 2. J'ai mesuré la chaleur dégagée lorsqu'on étend d'eau les solutions d'acide chlorhydrique diversement concentrées. Chaque nombre est la moyenne de 2 ou 3 déterminations concordantes.

Composition du liquide employé.			Poids de l'acide réel dans 1 kilog.	Densité.	Quantité d'eau additionnelle (dissolvant).	Chaleur dégagée = Q.
HCl +	2,17 H^2O^2	(saturé à −12°).	482	»	240 H^2O^2	c +5,31
+	2,26	....	473	»	210	+5,15
+	2,50	(saturé à zéro)..	441	»	260	+4,47
+	2,745	....	425	1,215 à 13°	180	+4,39
+	2,77	....	422	»	190	+4,35
+	2,93	....	409	1,203 à 13°	200	+3,89
+	3,20	....	388	1,196 à 13°	200	+3,77
+	3,45	....	370	1,190 à 17°	210	+3,61
+	3,56	....	362	1,183 à 17°	230	+3,17
+	3,70	....	354	»	120	+3,13

Composition du liquide employé.	Poids de l'acide réel dans 1 kilog.	Densité.	Quantité d'eau additionnelle (dissolvant).	Chaleur dégagée. = Q.
$HCl + 3{,}99\ H^2O^2$	337	1,171 à 17°	$240\,H^2O^2$	+2,865
+ 5,07	286	1,144 à 17°	280	+2,29
+ 6,70	232	1,116 à 17°	160	+1,67
+ 10,54	161	1,082 à 13°,5	240	+1,04
+ 14,90	120	1,063 à 14°	160	+0,69
+ 22,31	82	1,042 à 14°,5	150	+0,42
+ 48,0	40,6	1,0205 à 13°	100	+0,18
+ 50,4	38,6	1,020 à 13°	100	+0,175
+ 110	18,0	»	110	+0,05

» Au delà de ces dilutions, les résultats ne sont plus sensibles au thermomètre.

» 3. Les chiffres de ce tableau peuvent être exprimés par une formule très-simple; $HCl + nH^2O^2$ étant le liquide employé, sa dissolution dans une grande quantité d'eau dégage

$$Q = \frac{11{,}62}{n}.$$

Cette formule représente une hyperbole équilatère. Le tracé graphique ne s'écarte guère de cette courbe jusque vers 8 à $10H^2O^2$; au delà, la courbure change un peu. A partir de $15H^2O^2$ surtout, la formule donne des valeurs un peu trop fortes. Traduite en langage ordinaire, elle signifie :

» *La chaleur dégagée par la dilution est en raison inverse de la quantité d'eau déjà unie avec l'hydracide.*

» 4. Un volume d'eau dissout à −12 degrés 560 volumes de gaz chlorhydrique; à 0 degré, 500 volumes environ.

» 5. Les densités n'ont été mesurées qu'au millième : elles s'accordent en général avec les tables de Ure. On en déduit le volume moléculaire des solutions, $HCl + nH^2O^2$, lequel est exprimé assez exactement par la formule

$$V = 18n + \frac{10}{n}.$$

Cette formule signifie que la différence entre le volume de la solution et le volume de l'eau qu'elle renferme ($18n$) tend vers une valeur constante, à mesure que la liqueur devient plus étendue : il y a une contraction égale à 3,3, c'est-à-dire voisine de la cinquième partie de la constante, depuis les liqueurs les plus concentrées.

II. — Acide bromhydrique.

» 1. J'ai trouvé pour la dissolution du gaz :

		cal
HBr (desséché par CaBr fondu) (1).....	+ 760 H^2O^2	+ 20,05
HBr (desséché par PO^5)..............	+ 760 H^2O^2	+ 20,05
HBr (desséché par PO^5)..............	+ 230	+ 19,90
Moyenne............		+ 20,00

» Trois expériences faites avec le gaz saturé à dessein de vapeur d'eau ont fourni :

HBr + 465 H^2O^2.........	+ 20,18
HBr + 465 H^2O^2.........	+ 20,12
HBr + 700 H^2O^2.........	+ 20,19

valeurs concordantes avec les précédentes, et qui prouvent qu'il n'existe pas d'hydrate d'acide bromhydrique, possédant une tension de vapeur notable à la température ordinaire.

» En 1869, nous avions trouvé, M. Louguinine et moi, 21,15, chiffre que certaines corrections, négligées à cette époque, ramènent à + 20,7. Toutes ces valeurs sont plus fortes que les chiffres de M. Favre (+19,1) et de M. Thomsen (+19,21); l'écart me paraît dû soit à l'impureté du brome, soit à l'emploi du chlorure de calcium comme agent dessiccateur.

2. *Dilution des solutions d'acide bromhydrique.*

Composition du liquide.	Poids de l'acide réel dans 1 k.	Densité.	Quantité d'eau additionnelle.	Chaleur dégagée = Q. (cal)	
HBr + 2,045 H^2O^2	687	1,792 à 15°	225 H^2O^2	+ 5,75	
+ 2,061	685	»	130	+ 5,68	
+ 2,090	683	»	130	+ 5,61	
+ 2,22	669	»	225	+ 5,46	
+ 3,46	563	1,600 à 14°	245	+ 3,15	
+ 7,04	390	1,365 à 14°	172	+ 1,21	
+ 9,78	315	1,280 à 13°	22,3 H^2O^2	+ 0,69	
+ 9,78	»	»	40,9	+ 0,94	
+ 9,78	»	»	123	+ 1,02	
+ 22,0	171	1,131 à 14°	250	+ 0,35	
+ 32,17	123	1,093 à 13°	33,9	+ 0,15	+ 0,265
+ 65,7	64,2	1,046 à 18°	67	+ 0,10	
+ 133	32,9	1,023 à 18°	134	+ 0,015	
+ 267	16,4	»	268	+ 0,00	

(1) CaCl ne convient pas, étant décomposé par HBr.

» 3. La courbe qui exprime graphiquement ces résultats est semblable en général à celle de l'acide chlorhydrique, avec laquelle elle se confond dans une grande partie de son cours, les valeurs numériques étant à peu près les mêmes pour un même nombre d'équivalents d'eau. Cependant les solutions bromhydriques au maximum de concentration dégagent un peu plus de chaleur que les solutions chlorhydriques équivalentes, relation analogue à celle des deux gaz. Au contraire les solutions bromhydriques, à partir de $HBr + 4H^2O^2$, dégagent moins de chaleur que les solutions chlorhydriques équivalentes, et l'écart se fait sentir jusqu'au moment où les effets de la dilution sur les unes et les autres deviennent assez petits pour ne plus pouvoir être distingués avec certitude. La courbure de la ligne de l'acide bromhydrique commence à s'écarter de l'hyperbole vers 4 à $5H^2O^2$, et la variation en est plus rapide que pour l'acide chlorhydrique.

» La formule suivante

$$Q = \frac{12,06}{n} - 0,20$$

exprime assez exactement les chaleurs dégagées jusque vers $n = 40$. Au delà, et surtout depuis $n = 60$ et pour les dilutions plus grandes, il convient de supprimer le terme $-0,20$.

» 4. Un volume d'eau dissout vers 10 degrés environ 600 volumes de gaz bromhydrique, chiffre qui l'emporte sur les deux autres hydracides; ce qui est en rapport avec la plus grande chaleur de dissolution du gaz bromhydrique.

» 5. Les densités trouvées concordent en général avec celles de M. Topsoë. Le volume moléculaire de $HBr + nH^2O^2$ répond sensiblement à

$$V = 18n + 25,5 + \frac{7}{n}.$$

» Depuis les liqueurs les plus concentrées jusqu'aux plus diluées, la contraction est 3,3, c'est-à-dire la septième partie de la constante; elle est à peu près la même en valeur absolue que pour l'acide chlorhydrique, quoique moindre proportionnellement.

III. — Acide iodhydrique.

» 1. J'ai trouvé, avec M. Louguinine, que

$$HI + 700H^2O^2 \text{ dégage } +19^c,57.$$

» MM. Favre et Silbermann ont donné $+18,9$; M. Thomsen, $+19,21$.

2. *Dilution des solutions d'acide iodhydrique.*

Composition du liquide.		Poids de l'acide dans 1 kil.	Densité.	Quantité d'eau additionnelle.	Chaleur dégagée = Q.
HI +	2,95 H^2O^2	706^{gr}	»	350 H^2O^2	+3,98^{c}
+	3,00	700	2,031 à 14°	»	»
+	3,25	685	1,984	180	+3,74
+	3,67	657	1,912	180	+3,10
+	4,35	619	1,808	107	+2,18
+	8,02	469	1,536	140	+0,95
+	10,18	411	1,413	24,5	+0,43
+	10,67	400	1,400	25,4	+0,43
+	10,67	»	»	300	+0,48
+	19,5	266	1,256	120	+0,115
+	35,68	151	»	70	+0,05
+	106	64^{gr}=1^{l}	»	210	+0,00

» 3. La chaleur dégagée par la dilution des liqueurs concentrées d'acide iodhydrique est à peu près la même que pour les acides bromhydrique et surtout chlorhydrique, relation semblable à celle qui existe entre les chaleurs de dissolution des acides gazeux; il résulte de là que *les travaux moléculaires accomplis dans les réactions de ces trois hydracides sur un même nombre d'équivalents d'eau sont les mêmes;* par conséquent les liqueurs correspondantes possèdent la même constitution. J'y reviendrai.

» La formule suivante représente assez bien les expériences

$$Q = \frac{11,74}{n} - 0,50;$$

du moins jusqu'à $n = 20$. Au delà, $Q = \frac{19,57}{10n}$ suffit.

» La courbe empirique est semblable à celle des deux autres hydracides; mais sa courbure commence à s'écarter de l'hyperbole vers 4 à 5 H^2O^2. A partir de 7 H^2O^2, surtout, la courbe de HI descend beaucoup plus rapidement que celles de HBr et surtout de HCl vers les très-petites valeurs qui répondent aux solutions étendues. Par exemple :

HCl + 20 H^2O^2, mis en présence d'un excès d'eau, dégage			......	+0,54
HBr + 20 H^2O^2,	»	»	»	+0,37
HI + 20 H^2O^2,	»	»	»	+0,11

» 4. Un volume d'eau dissout vers 10 degrés 425 litres environ de gaz iodhydrique.

» 5. Les densités trouvées pour HI offrent un peu moins d'exactitude

que pour HCl et Br, à cause de la présence inévitable de quelques millièmes d'iode libre (dont il a été tenu compte dans le calcul de l'acidité). La formule

$$V = 18n + 35,5$$

représente assez bien les volumes moléculaires observés. Ici il ne paraît pas se produire de contraction sensible pendant la dilution, pas plus que dans la formation de plusieurs iodures métalliques solides au moyen de leurs éléments.

» Entre les volumes moléculaires des solutions étendues des trois hydracides dont la composition est équivalente, il existe une différence à peu près constante :

$$HI + nH^2O^2 \text{ surpasse } HCl + nH^2O^2 \text{ de } 17^{cc},3,$$

valeur considérable, car elle est presque égale à la constante (18,2) de la formule qui exprime les volumes moléculaires des solutions chlorhydriques. D'autre part

$$HBr + nH^2O^2 \text{ surpasse } HCl + nH^2O^2 \text{ de } 7^{cc},3 \text{ (1)}.$$

Ces différences se retrouvent, avec des valeurs numériques presque identiques, entre les dissolutions étendues des chlorures, bromures, iodures de potassium, de sodium et d'ammonium. Elles se retrouvent encore entre les sels solides de ces métaux. Par exemple, le volume occupé par KI solide surpasse celui de KCl de $17^{cc},3$; le volume de KBr solide surpasse celui de KCl de $7^{cc},3$.

» On observe à peu près les mêmes différences entre les volumes moléculaires des chlorures, bromures, iodures acides de la Chimie organique, tels que les chlorure et iodure acétique (liquides), ainsi que dans beaucoup d'autres cas. Cependant il convient d'ajouter que l'on ne trouve pas les mêmes différences numériques dans la comparaison des volumes moléculaires des sels métalliques (plomb, mercure, argent) non plus que dans celle des composés qui renferment plusieurs équivalents d'un corps halogène; mais le volume d'un composé chloré demeure dans tous les cas inférieur à celui du composé bromé, lequel est surpassé dans tous les cas connus

(1) Le volume moléculaire des solutions d'acide cyanhydrique, à partir du mélange $HCy + 1\frac{1}{2}H^2O^2$, répond à la formule approchée

$$V = 18n + 34,6.$$

Il diffère donc fort peu de celui des solutions iodhydriques.



(sous le même état physique) par le volume du composé iodé correspondant.

» 6. Les différences précédentes jettent quelque jour sur un problème général d'une haute importance, je veux dire *l'état des éléments dans les combinaisons*. En effet, ces différences expriment l'écart entre les volumes moléculaires des éléments (I — Cl et Br — Cl) dans les combinaisons correspondantes; ces volumes ne sont pas identiques, même pour les composés isomorphes.

» Au contraire, la différence entre les volumes moléculaires des mêmes éléments libres sous la forme liquide (la seule qui soit connue pour les trois corps) est nulle ou très-petite; car 1 équivalent de chlore ($Cl = 35^{gr},5$) occupe 27 centimètres cubes; 1 équivalent de brome occupe 27 centimètres cubes; 1 équivalent d'iode occupe 31 centimètres cubes à l'état liquide; 28 centimètres à l'état solide.

» En comparant ces nombres aux précédents, on voit que l'union du chlore avec un élément quelconque donne lieu à une contraction plus grande que l'union du brome avec le même élément; les bromures à leur tour sont plus condensés que les iodures. La plupart des iodures métalliques occupent un volume voisin de celui de leurs éléments, et qui peut même le surpasser, comme notre confrère M. H. Sainte-Claire Deville en a fait la remarque pour l'iodure d'argent; les iodures de plomb et de mercure sont dans le même cas, et il est probable qu'on arriverait à la même conclusion pour l'acide iodhydrique dans ses dissolutions, si l'on connaissait la densité de l'hydrogène liquide.

» En effet, le volume constant $35^{cc},5$ trouvé plus haut peut être regardé comme représentant soit le volume de l'hydracide qui subsiste en présence de l'eau, soit un volume plus petit, en admettant, comme il est très-probable, qu'il y a contraction simultanée des deux composants. Or ce volume surpasse de $4^{cc},5$ celui de l'iode liquide, différence qui ne saurait être comblée, d'après toutes les analogies, par le volume de 1 gramme d'hydrogène liquide.

» 7. Toutes ces circonstances, comme on pouvait s'y attendre, sont en rapport avec les quantités de chaleur dégagées dans la formation des composés, à partir des éléments. En effet, la formation des chlorures dégage plus de chaleur que celle des bromures, laquelle l'emporte à son tour sur celle des iodures. Or la contraction est d'autant plus grande, comme le montrent les faits rappelés tout à l'heure, que la chaleur dégagée est plus

considérable. Il y a plus; d'après ces faits, *la formation des composés qui offrent une différence à peu près constante entre leurs volumes moléculaires répond également à une différence à peu près constante entre les quantités de chaleur dégagées*.

» La formation de 1 équivalent de chlorure alcalin dissous, ou même solide, depuis les éléments, dégage à peu près 11 calories de plus que celle du bromure correspondant, et 26 calories de plus que celle de l'iodure. Ces chiffres se retrouvent sensiblement avec la même valeur pour les trois hydracides pris dans un état comparable, tel que l'état gazeux ou bien l'état dissous. Ils se retrouvent encore, comme nous l'avons observé avec M. Louguinine, dans la formation des chlorures, bromures, iodures acides de la Chimie organique.

» Or tous ces composés sont précisément ceux qui offrent une différence à peu près constante entre leurs volumes moléculaires : $(I - Cl) = 17,3$, $(Br - Cl) = 7,3$. Il y a plus; le rapport des deux nombres relatifs aux volumes moléculaires $\frac{17,3}{7,3} = 2,4$ est à peu près le même que le rapport des excès thermiques correspondants $\frac{26}{11} = 2,4$; et il ne s'écarte même pas beaucoup du rapport analogue entre les différences des équivalents des trois éléments

$$\frac{127 - 35,5}{81 - 35,5} = \frac{91,5}{45,5} = 2,0.$$

En d'autres termes, les changements de volume produits par la substitution des éléments dans les composés isomorphes, ou tout au moins analogues, sont à peu près proportionnels aux quantités de chaleur dégagées dans cette substitution, les uns et les autres étant liés avec la différence des poids équivalents.

» Ces relations, qu'il faudrait se garder d'étendre à des éléments dissemblables, paraissent indiquer que la formation par les éléments des chlorures, bromures et iodures isomorphes, ou correspondants, comparés deux à deux sous un même état physique, par exemple, sous la forme solide (sels alcalins), sous la forme liquide (chlorure acétique et analogues), sous la forme dissoute (sels alcalins ou hydracides, à des concentrations pareilles), enfin sous la forme gazeuse (hydracides), donne lieu à des travaux moléculaires semblables. »

HYDRAULIQUE. — *Note sur des applications nouvelles des principes des écluses de navigation à colonnes liquides oscillantes;* par M. A. DE CALIGNY.

« Quand un bateau chargé, occupant presque toute la section d'une écluse, entre du bief supérieur dans le sas, il fait entrer dans ce bief une quantité d'eau qui peut ne pas différer beaucoup d'une éclusée. S'il remonte ensuite étant vide, il ne fait entrer de l'écluse dans le bief d'aval qu'une quantité d'eau beaucoup moindre quand il quitte ce dernier. Il résulte de ces considérations, comme l'a remarqué Girard, membre de l'Académie des Sciences, que si les écluses avaient des chutes assez petites par rapport au tirant d'eau des bateaux, un canal pourrait être considéré comme une machine à élever de l'eau dans certaines conditions. On conçoit les complications qui en résulteraient, combien la multiplicité des écluses serait dispendieuse, et combien cela augmenterait la durée de la navigation.

» Mais depuis que la réussite d'un de mes systèmes d'écluses à colonnes liquides oscillantes a montré qu'on pouvait ne perdre qu'une petite fraction de l'éclusée, il devient intéressant d'appeler l'attention sur la possibilité de réaliser, d'une autre manière, une idée théorique oubliée depuis longtemps ou regardée comme une récréation mathématique. Il est évident que, dans bien des circonstances, un grand bateau chargé remontant vide ensuite aura en définitive fait entrer dans le bief supérieur une quantité d'eau beaucoup plus grande que celle qui est nécessaire pour faire fonctionner une écluse à colonnes liquides oscillantes.

» Si, par exemple, on avait à exploiter des carrières au point le plus élevé d'un canal, sans être obligé de faire remonter des chargements aussi lourds, il suffirait de pouvoir remplir ce canal une première fois pour faire fonctionner les écluses. On calculerait, d'après les pertes d'eau résultant des défauts des portes ou de l'appareil, des filtrations et de l'évaporation, quel serait le poids des chargements qu'on pourrait faire remonter, le moteur résultant de la descente des matériaux extraits des carrières précitées. Il paraît même, d'après les renseignements que j'ai pu me procurer, que dans certaines circonstances, si les bateaux remontaient toujours vides, et si la navigation était assez active, il ne serait pas impossible de considérer un canal comme une véritable machine à élever de l'eau pour les irrigations, de sorte qu'il en résulterait même un courant alternatif qui empêcherait l'eau de se corrompre. Si l'on peut, dans mon système, supprimer les ventelles des portes d'écluses, cela diminuera encore les pertes dont il fallait tenir compte.

» Quoi qu'il en soit, il est intéressant de remarquer que la possibilité de réduire à une petite fraction de l'éclusée la quantité d'eau exigée jusqu'à présent par le passage des bateaux permet de modifier les bases des constructions existantes. Ainsi l'on pensait depuis longtemps qu'il serait utile de ne pas faire les murs des bajoyers verticaux à l'intérieur des écluses, mais le talus, s'il était bien sensible, était réduit de manière à ne pas trop augmenter le volume de l'éclusée pour une section donnée du fond d'un sas. Cependant, d'après un renseignement qui m'est transmis par M. de Lagrené, ingénieur des Ponts et Chaussées, aux États-Unis d'Amérique on construit ces talus malgré l'augmentation de dépense d'eau qui en résulte. Or, si cela diminue le capital du premier établissement, il est juste d'en tenir compte dans le calcul du capital du premier établissement de l'appareil, qui permettra de faire cette économie dans la construction de l'écluse.

» Si les avis sont partagés sur les avantages pouvant provenir soit de ce que les bajoyers sont en ligne droite, soit de ce qu'ils pourraient être construits en ligne courbe, d'une manière plus ou moins analogue à ce qui a été fait pour d'anciennes écluses, et si l'on n'est plus préoccupé des inconvénients qui résultaient d'une augmentation de l'*éclusée*, on n'a plus qu'à étudier quel est celui de ces deux systèmes de bajoyers qui coûtera le moins cher. Or, dans le cas où ce serait le bajoyer courbe, il serait juste d'en tenir compte dans le calcul du capital du premier établissement de l'appareil.

» D'après un renseignement transmis par un ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, il y a des cas où, pour des écluses en rivière, si l'on n'a point à épargner l'eau, on peut diminuer la dépense d'une manière considérable, en ne construisant pas de bajoyers et en se contentant d'y substituer des talus latéraux recouverts seulement de perrés. D'autres ingénieurs regardent comme difficile qu'on puisse ainsi garder l'eau assez convenablement pour le cas dont il s'agit ici; mais cette considération paraît de nature à faire au moins concevoir combien il pourra être utile de montrer à quel point l'état de la question est changé, si, dans des limites assez étendues, on peut maintenant choisir les modes quelconques de construction les moins coûteux, abstraction faite, jusqu'à un certain point, de l'augmentation des quantités d'eau contenues dans l'écluse.

» Ces considérations sont applicables aux divers systèmes d'écluses que j'ai présentés, mais surtout à celui de l'Aubois.

» Il n'est peut-être pas inutile de remarquer, quant à ce dernier système, que, si l'emploi des cuirs emboutis offrait quelque difficulté, et si

l'on voulait, en conservant le tube d'amont mobile en entier, substituer une soupape de Cornwall à la vanne cylindrique proposée pour le tube d'aval dans ma Note du 2 décembre dernier, en supposant qu'elle ne gardât point tout aussi bien l'eau qu'une vanne cylindrique, la petite perte d'eau qui en pourrait résulter serait bien moins importante que s'il s'agissait du tube d'amont, qui doit garder l'eau pendant tout le temps où l'appareil ne marche pas (*). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une secousse de tremblement de terre, observée à Florence, le 12 mars 1873.* Extrait d'une Lettre de M. DE TCHIHATCHEF à M. le Secrétaire perpétuel.

« Florence, 12 mars, 10 heures du soir.

« Ce soir, à $9^h 5^m$, nous avons éprouvé ici une oscillation qui n'a duré qu'environ une demi-seconde et qui a été assez légère, mais cependant parfaitement appréciable. Le mouvement paraissait dirigé du sud-est au

---

(*) M. Coriolis a calculé (*voir* le tome III, 1re série, du *Journal de Mathématiques*, p. 437) le déchet résultant du frottement de l'eau oscillant dans un tube recourbé, d'égal diamètre partout, et a obtenu, comme on le voit dans un Rapport à l'Institut du 20 août 1838 (p. 424), *des nombres peu différents* de ceux que j'avais, dit-il, *trouvés par d'ingénieuses considérations géométriques;* mais, quand il s'agit de l'entrée de l'eau dans une écluse, les frottements de l'eau sont peu de chose, en général, relativement aux autres causes de déchet. (*Voir* ma Note du 21 octobre dernier, imprimée dans les *Comptes rendus*.)

A partir du moment où l'appareil n'épargne plus beaucoup d'eau et où l'on peut se contenter de se servir du tuyau de conduite pour faire ouvrir d'elles-mêmes les portes d'amont au moyen de la vitesse acquise, on peut admettre, en général, sans trop de chances d'erreur, que le déchet, à chaque instant considéré, est proportionnel, pour un même chemin parcouru dans le tuyau, au carré de la vitesse moyenne d'une tranche donnée du liquide, c'est-à-dire de la vitesse moyenne de tous ses points pendant l'instant dont il s'agit. On peut, au moyen de cette considération, tenir compte de diverses causes de déchet dont M. Coriolis ne s'était pas occupé, n'ayant pas traité cette question des écluses, et dont le chemin peut être considéré comme proportionnel à la section de l'écluse, toutes choses égales d'ailleurs.

Soient v cette vitesse moyenne *variable*, h la hauteur du niveau, supposé constant, de l'eau du bief supérieur au-dessus de celui de l'eau dans l'écluse, si l'eau partait du repos dans cette écluse; x la hauteur variable de l'eau qui monterait dans le sas au-dessus du niveau du bief supérieur, si les portes d'amont ne s'ouvraient pas, x croissant de $-h$ à 0 jusqu'au moment où l'eau arrive dans l'écluse au niveau du bief d'amont. Soient k la somme des coefficients de ce qu'on est convenu d'appeler *résistances passives*, supposées ici proportionnelles aux carrés des vitesses moyennes variables dans le tuyau de conduite, S le rapport de la section de l'écluse à celle du tuyau, L la longueur de ce tuyau (supposé circulaire et d'égal diamètre

nord-ouest, le ciel était serein, éclairé par la Lune, l'atmosphère (très-agitée la veille par un violent vent du sud) presque calme, le baromètre indiquant 752 millimètres et le thermomètre (extérieur) 13 degrés C.

» Vous savez que, dans la ville même de Florence, les mouvements du sol sont rares ; d'un autre côté, les conditions atmosphériques pendant cet hiver ont été assez anormales, car, non-seulement l'hiver a été relativement

---

partout, pour simplifier le calcul), R son rayon. k est déterminé de manière à s'appliquer à $\frac{v^2}{2g}$. (*Voir* ma Note précitée du 21 octobre.)

L'équation des forces vives donnera, si l'on néglige la force vive dans l'écluse et le bief d'amont,

$$\pi R^2 L \frac{v^2}{2g} = \pi R^2 S \left(\frac{h^2 - x^2}{2}\right) - k \int \frac{v^2}{2g} S\, dx.$$

Si l'on pose, pour abréger, $\frac{L v^2}{2g} = z$, on aura, en différentiant cette équation,

$$dz = - S x\, dx - \frac{k}{\pi R^2 L} S z\, dx,$$

ou en posant, pour abréger, $\frac{k}{\pi R^2 L} S = a$, on a

$$dz = - S x\, dx - a z\, dx.$$

L'intégrale de cette équation est

$$z e^{ax} = - \int e^{ax} S x\, dx + c,$$

c désignant la constante arbitraire. Intégrant par partie, on trouve

$$z e^{ax} = - S \frac{e^{ax} x}{a} + S \frac{e^{ax}}{a^2} + c.$$

On déterminera la constante par la condition $z = 0$ pour $x = - h$. On trouve ainsi

$$z e^{ax} = S \frac{- e^{ax} x - e^{-ah} h}{a} + S \frac{e^{ax} - e^{-ah}}{a^2},$$

d'où l'on tire

$$z = S \frac{- a x + 1 - e^{-a(h+x)} (ah + 1)}{a^2}.$$

Sans entrer ici dans tous les détails relatifs à ces calculs, je me borne à bien préciser la manière de tenir compte du coefficient k, du moins lorsqu'il sera mieux connu. La question serait d'ailleurs plus délicate, quant à la détermination de ce coefficient, qu'elle ne le paraît, lors même que le tuyau de conduite serait assez long pour que son frottement fût beaucoup plus grand que les autres causes de déchet.

Pour ces vitesses variables, la détermination rigoureuse de v est d'autant plus difficile, que les rapports de la vitesse contre la paroi à celles des divers points d'une tranche varient avec le chemin parcouru.

pluvieux et chaud, mais les oscillations du baromètre ont été remarquables par leur amplitude et surtout par leur fréquence. Ainsi, il résulte de mes registres que, pendant tout le mois de janvier, le baromètre, observé à midi, offrait chaque jour (au bout de vingt-quatre heures) une différence de 2, 3 et souvent 5 millimètres; la température de l'air (à midi) a varié de 8 à 13 degrés C (à l'exception du 7 janvier, où, à 6 heures du matin, le thermomètre descendit à 3 degrés au-dessous de zéro); les vents ont été très-variables; enfin les pressions ont été très-faibles, les plus fortes correspondant généralement aux plus mauvais temps et *vice versa*.

» Les journaux nous apprendront peut-être si ce phénomène a été local, ou s'il a été le retentissement d'un mouvement plus violent, dont le point de départ aurait été situé dans les régions volcaniques de Naples ou de Rome, ainsi que la direction de l'oscillation, ressentie à Florence, semblerait le faire supposer. »

M. Duchartre fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de ses « Observations sur les bulbes des Lis » (Extrait des *Annales des Sciences naturelles*).

Le P. Secchi fait hommage à l'Académie d'un exemplaire d'un Mémoire imprimé en italien et portant pour titre « Distribution des protubérances autour du disque solaire, et étude des taches (8e Communication) ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Damoiseau pour 1872 (théorie des satellites de Jupiter).

MM. Faye, Liouville, Le Verrier, Janssen, Serret réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Fizeau, Bertrand, Mathieu, Puiseux.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Alhumbert pour 1872 (nutrition des champignons).

MM. Duchartre, Brongniart, Decaisne, Trécul, Tulasne réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Gay, Pasteur.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Classification des intégrales quadratrices des courbes algébriques.* Mémoire de M. MAX. MARIE. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Bonnet, Puiseux.)

« Il existe dans chaque degré des courbes quarrables algébriquement, d'autres dont les quadratures dépendent des fonctions circulaires, d'autres qui se quarrent à l'aide des fonctions elliptiques, d'autres enfin dont les aires dépendraient de transcendantes à plus de deux périodes.

» Les transcendantes qui présentent des nombres différents de périodes sont irréductibles les unes aux autres, tandis que le contraire paraît être la règle pour celles qui en présentent le même nombre.

» Il paraît donc rationnel de classer les transcendantes d'origine algébrique d'après le nombre des périodes qu'elles présentent. On peut, en tout cas, adopter d'abord ce mode de classification, sauf à distinguer ensuite entre les transcendantes d'une même classe, s'il y a lieu.

» Il faudrait, pour atteindre ce but, déterminer d'abord le nombre maximum de périodes que puisse présenter la quadratrice d'une courbe de degré m; en second lieu, les conditions dans lesquelles ces périodes disparaîtraient.

» La première question est indépendante de la seconde, mais on peut l'y ramener; car on connaîtra le nombre des périodes qui existaient d'abord, en comptant celles qu'on aura fait disparaître, lorsqu'il n'en existera plus. C'est cette marche que nous suivrons.

» Les questions dont il s'agit ont depuis longtemps attiré l'attention des géomètres. Ainsi M. Jordan, dit dans sa Thèse, soutenue en 1861, que M. Puiseux lui a parlé d'une formule du nombre des périodes de la quadratrice d'une courbe de degré m, laissée par Cauchy dans une Note dont, au reste, il ne fait pas connaître le texte. M. Jordan ajoute que M. Puiseux lui a communiqué sur ce même sujet « des recherches inédites, datant de » 1851, d'où résultait la solution complète de la question dans le cas où » tous les points critiques étaient distincts les uns des autres », mais il ne fait pas connaître non plus la formule à laquelle était arrivé M. Puiseux. Celle qu'adopte M. Jordan est $(m-1)^2$. Après avoir donné cette formule, il ajoute :

« Toutes ces périodes sont-elles distinctes les unes des autres, ou ne serait-il pas possible

de trouver entre elles certaines relations linéaires qui en réduiraient le nombre? Ces relations existent-elles dans le cas général? ou quelles sont les conditions nécessaires pour qu'elles existent et comment pourrait-on les assigner *a priori*? Ces questions me semblent plus faciles à poser qu'à résoudre. »

» On en était là en France lorsque les travaux de Riemann, publiés en 1857, commencèrent à être connus de quelques géomètres. L'étrangeté des conceptions géométriques auxquelles l'auteur avait eu recours, pour donner une forme à ses idées, avait si bien écarté les lecteurs que, malgré l'importance des résultats et malgré la solennité de la circonstance, l'auteur du *Rapport sur les progrès de l'Analyse*, demandé par le Ministre de l'Instruction publique en 1867, n'y fait allusion que dans une phrase incidente, de sorte que ceux des géomètres français, à qui les conditions matérielles de l'existence ne laissaient pas de loisirs suffisants pour parvenir à déchiffrer l'auteur dans sa langue, n'ont rien pu connaître de ses travaux jusqu'au moment où M. Hoüel en a donné, en 1872, un premier aperçu encore très-insuffisant.

» M. Clebsch avait, en 1866, dans sa *Theorie der Abelschen functionen*, reproduit les principales découvertes de Riemann dans des termes moins compliqués; mais cet ouvrage n'a pas été non plus traduit en français, de sorte qu'il est aussi fort peu connu.

» La question du nombre des périodes de la quadratrice de la courbe la plus générale de degré *m* et celle des conditions dans lesquelles ce nombre se réduit m'occupaient depuis longtemps, et j'allais en présenter à l'Académie les solutions que j'avais obtenues lorsque j'appris, il y a quelques mois, qu'elles avaient été en partie traitées par MM. Riemann et Clebsch.

» Quoiqu'il y ait sous certains rapports concordance entre les résultats auxquels j'étais parvenu et ceux qu'ont obtenus ces savants, je ne crois cependant pas devoir supprimer mon travail, parce que, d'une part, le principe de la méthode dont je me sers, qui prend dans les œuvres de M. Clebsch la forme d'un théorème, m'appartient incontestablement, ce principe étant énoncé dans mon Mémoire de 1851 : *Sur les périodes des intégrales simples et doubles;* et que, d'un autre côté, la considération des conjuguées, qui m'avait déjà fourni avec évidence le principe dont je viens de parler, aura encore dans cette question l'avantage d'aplanir les plus grandes difficultés.

» La recherche des conditions dans lesquelles le nombre des périodes s'abaisse donne lieu à des questions d'ordres divers. La réduction, en effet, peut provenir soit de ce que quelques périodes disparaissent com-

plétement en devenant nulles ou infinies; soit de ce que, tout en persistant isolément, elles deviennent égales, ou, plus généralement, satisfont à quelques relations linéaires à coefficients entiers; soit enfin de ce que les périodes viennent se fondre en une seule par suite d'une juxtaposition de leurs figures géométriques.

» La première et la troisième question sont d'ordre purement géométrique et pourront être complétement résolues. Au contraire la deuxième appartient au domaine de l'analyse ; mais elle ne sera jamais résolue complétement, parce que les combinaisons qu'il faudrait passer en revue seraient en nombre infini, et nous l'écarterons pour cette raison, ou du moins nous n'en retiendrons que la recherche des conditions dans lesquelles quelques périodes deviendraient égales.

» Avant de proposer les solutions que j'ai obtenues des questions indiquées dans ce qui précède, je crois pouvoir répéter que les éléments s'en trouvaient déjà complets dans le *Mémoire sur les intégrales simples et doubles* que M. Bonnet avait bien voulu présenter pour moi en 1852 à M. Bomard, alors Directeur des études à l'École Polytechnique, pour être inséré dans le *Journal de l'École*, Mémoire qui fut alors repoussé, sur le rapport de M. Duhamel, et qui, pour cette raison, ne parut qu'en 1859 dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, mais dont j'adressai une copie à l'Académie en 1853, présentation qui donna lieu au rapport de MM. Cauchy et Sturm en 1854.

» En donnant dans ce Mémoire l'interprétation géométrique des périodes des intégrales simples et doubles, je donnais le moyen de les compter dans chaque cas, de sorte qu'il eût suffi de discuter la courbe la plus générale d'un degré donné pour assigner le nombre des périodes de sa quadratrice. D'un autre côté, la théorie des intégrales doubles, telle que je l'ai établie dans ce Mémoire, reposait précisément sur la connaissance préalable de la condition nécessaire pour que la quadratrice d'une section plane de la surface à cuber eût une période nulle, condition qui consiste en ce que le plan de cette section soit tangent à la surface, ou que la section ait un point double.

» Je rappelle aussi que j'avais établi dans ce même Mémoire que les quadratrices d'une même courbe, rapportées successivement à différents systèmes d'axes, ont toujours mêmes périodes; cette remarque était nécessaire pour expliquer l'usage que je fais du terme général de *quadratrice d'une courbe donnée,* sans spécifier le système d'axes auquel cette courbe est rapportée. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations barométriques et leurs rapports avec les variations magnétiques;* par M. **J.-A. Broun.** (Extrait.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. de Tessan, Ch. Sainte-Claire Deville, Jamin.)

« J'ai montré que de grandes dépressions barométriques se produisent simultanément dans les mers de l'équateur. Ces mouvements sont manifestement liés à une période de près de 26 jours et à une action directe du Soleil (1). J'ai montré également que le maximum de la force magnétique, pour la même période, pendant les années 1844 et 1845, a suivi le maximum de la pression atmosphérique, vers l'équateur, à $2\frac{1}{2}$ jours. Dans ma dernière Note (p. 542), j'ai indiqué qu'à deux stations voisines des antipodes, plus près des pôles, les variations barométriques suivaient une loi semblable; en sorte qu'avec une amplitude moyenne d'oscillation de 4 à 6 millimètres le maximum, pour une année de 14 périodes, correspondait au même jour pour les deux stations.

» Quoique les maxima pour l'oscillation double, comme pour l'oscillation simple, arrivassent à peu près en même temps aux deux stations, l'amplitude pour l'oscillation double était beaucoup plus petite à Hobarton qu'à Makerstoun. Cela est dû, je crois, à une particularité que révèle l'examen des courbes, savoir que les mouvements dus en apparence à une même cause sont quelquefois de sens opposés.

» L'oscillation double de la pression atmosphérique, dans la période de 26 jours, m'avait rappelé l'apparence d'une oscillation semblable de la force magnétique dans la même période; j'ai donc cherché cette oscillation pour la force magnétique, pour les deux stations de Makerstoun et de Hobarton et pour la même année. J'ai trouvé, pour les deux oscillations :

Force magnétique.

1845. Makerstoun.............. $y = 10,3 \sin(\theta + 164^\circ) + 13,6 \sin(2\theta + 288^\circ).$

» Hobarton................ $y = 10,3 \sin(\theta + 168) + 9,1 \sin(2\theta + 283).$

» L'unité est le dix-millième de la force horizontale à chaque station : $\theta = n\,13^\circ,85$; $n = 0$ à midi, Makerstoun, le 30 décembre 1844.

» Pour les variations barométriques, en millimètres de mercure :

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 16, séance du 1er juillet 1872.

Pression atmosphérique.

1845. Makerstoun............. $y = \overset{mm}{2,32} \sin(\theta + \overset{\circ}{286}) + \overset{mm}{2,89} \sin(2\theta + \overset{\circ}{265})$.
» Hobarton.................. $y = 1,85 \sin(\theta + 286) + 0,89 \sin(2\theta + 205)$.

L'origine est la même que pour les équations précédentes.

» Les rapports de l'amplitude de l'oscillation simple à celle de l'oscillation double, à chaque station et pour chaque phénomène, sont :

	Force magnétique.	Pression atmosphérique.
1845. Makerstoun............	$\frac{10,3}{13,6} = 0,8.$	$\frac{2,32}{2,89} = 0,8.$
» Hobarton..............	$\frac{10,3}{9,2} = 1,1.$	$\frac{1,85}{1,09} = 2,0.$

» Les rapports sont à peu près les mêmes à Makerstoun pour les deux phénomènes, et à Hobarton pour la force magnétique; c'est seulement le rapport pour la pression atmosphérique à Hobarton qui s'écarte des autres, et cela est dû surtout à l'amplitude de l'oscillation double qui est le plus diminuée *dans l'hémisphère sud* par les mouvements opposés.

» La comparaison des jours des maxima pour l'oscillation simple et pour l'oscillation double, déduits des équations précédentes, montre que, pour l'oscillation double, il y a une différence de près de deux jours entre les époques de maxima à chaque station pour les deux phénomènes; mais des différences d'un ou de deux jours entre les époques pour la pression atmophérique peuvent être dues simplement à des perturbations locales.

» L'accord entre ces résultats paraît encore plus extraordinaire quand on se rappelle que les mouvements aux deux stations sont quelquefois opposés. Ce fait demandait la discussion d'une plus longue série d'observations. J'ai donc pris les observations du baromètre aux deux stations pour 1844, et j'ai représenté les moyennes journalières par des courbes. L'examen de ces courbes a montré cette opposition des mouvements d'une manière beaucoup plus frappante que les courbes pour 1845. J'ai fait alors les calculs pour la période de 26 jours en 1844. Voici les équations qui en résultent, pour la force magnétique et la pression atmosphérique :

Force magnétique.

1844. Makerstoun............. $y = 24,1 \sin(\theta + \overset{\circ}{101}) + 7,7 \sin(2\theta + \overset{\circ}{259})$.
» Hobarton............... $y = 20,5 \sin(\theta + 106) + 8,2 \sin(2\theta + 262)$.

Pression atmosphérique.

1844. Makerstoun............	$y = 2^{mm},76 \sin(\theta + 229^{\circ}) + 0^{mm},76 \sin(2\theta + 212^{\circ})$.
» Hobarton..............	$y = 1,40 \sin(\theta + 95) + 0.33 \sin(2\theta + 270)$.

$\theta = 0$ à midi, le 1er janvier 1844 (1).

» On peut voir que l'amplitude de l'oscillation double est beaucoup plus petite que celle de l'oscillation simple, aux deux stations et pour les deux phénomènes.

» Les rapports des amplitudes sont les suivants :

	Force magnétique.	Pression atmosphérique.
1844. Makerstoun.............	$\frac{24,1}{7,7} = 3,1.$	$\frac{2,76}{0,76} = 3,6.$
» Hobarton...............	$\frac{20,5}{8,2} = 2,5.$	$\frac{1,40}{0,33} = 4,2.$

» Pour 1844 comme pour 1845, les rapports sont plus voisins pour les deux phénomènes à Makerstoun qu'à Hobarton; mais l'accord est toujours assez considérable. On voit aussi l'effet des mouvements opposés sur l'amplitude des oscillations barométriques aux deux stations; mais il paraît plus marqué sur l'amplitude à Hobarton, en 1844, comme en 1845.

» En calculant maintenant les jours de maxima, on trouve, dans l'époque du maximum de la pression atmosphérique, une différence très-remarquable. A Makerstoun, la différence des époques pour les deux phénomènes reste de 9 jours, *comme pour les deux stations en* 1845. A Hobarton, le maximum de la force magnétique et de la pression atmosphérique correspond au même jour. Ce résultat doit dépendre de la cause (peut-être secondaire) qui renverse le mouvement à Hobarton.

» Les maxima de l'oscillation double correspondent à peu près aux mêmes jours, pour les deux phénomènes, et aux deux stations.

» Les oscillations simples et doubles de la pression atmosphérique sont-elles toutes les deux les résultats d'une action directe du Soleil? N'y a-t-il pas des mouvements qui sont le produit de l'induction d'un pôle dans l'autre? La Lune ne cause-t-elle pas une perturbation qui produirait une période de

(1) Les calculs précédents pour la force magnétique commençaient avec ce jour; ainsi la 15me période de 26 jours commençait le 30 décembre 1844, qui est l'origine pour 1845.

29 ½ jours? Je crois qu'une discussion plus étendue résoudra toutes les difficultés. Je ne doute pas qu'il n'existe une cause produisant de grands mouvements simultanés dans l'atmosphère des deux hémisphères, probablement la même que celle qui produit les variations de la force magnétique de la Terre, avec une période de 26 jours.

» *N. B.* — Les moyenoes journalières de la pression atmosphériqne se trouvent dans les volumes des observations horaires, magnétiques et météorologiques, faites eo 1844 et 1845 à Makerstoun (1) et à Hobarton (2).

» Pour ce qui concerne la force magoétique, les moyennes journalières pour Makerstoun se trouveot dans les volumes déjà cités (3); celles pour Hobarton, dounées dans le volume des observations de cet Observatoire, ne sont pas corrigées pour les effets de température, et elles ne peuveot pas être employées: le coefficient pour la température, donné daos le premier volume des observations de Hobarton, est aussi inexact. J'ai déterminé le coefficieot dans un Mémoire sur le magnétomètre bifilaire (4), et j'ai donné les moyennes journalières pour 1844 et 1845, corrigées pour les effets de la température dans un autre Mémoire sur la force horizootale du magnétisme terrestre (5).

» Les moyennes pour Hobarton sont pour les jours astronomiques de Gottingne; celles pour Makerstoun sont pour les jours civils du lieu.

» *Période de 26 jours.* — Dans uoe Note à l'Académie, j'ai mentionné mes investigations relatives à cette période. J'ai montré, dans une Communieation à la Société Royale de Londres, que les observations de la force horizontale à Greenwich, pendant les six années 1850 à 1852, et 1868 à 1870, confirmaient mes conclusions des observatioos faites à des stations différentes dans les deux hémisphères en 1846 et 1845 (6). Depuis lors, j'ai comparé les moyennes pour cette période, déduites des observations de la déclinaison magnétique à Trevandrum et à Greenwich en 1868 et 1870, et à Prague en 1870.

» Voici les faits les plus importants qui résultent de cette comparaison. Approximativement, l'amplitude de l'oscillation de la déclinaison daos la période de 26 jours est inversement proportionoelle à la force directrice à toutes les stations. La période a son maximum et son minimom en même temps (à un jour près) à toutes les stations. La loi est *la mêmc* pour le même bout de l'aignlle daos les deux hémisphères (en cela, elle est opposée aux lois annoelles et décennales). Dans la période de 26 jours, les forces magnétiqnes vers le nord et vers l'ouest ont leur maximum au même jour dans les deux hémisphères.

---

(1) *Observations in magnetism and meteorology made at Makerstoun in Scotland* (*Trans. Roy. Soc. Edimb.*, vol. XVIII, p. 419; vol. XIX, pl. II, p. 51).

(2) *Observations made at the magnetical and meteorological Observatory at Van Diemen's land*, vol. II.

(3) *Observations, etc.* (*Trans. Roy. Soc. Edimb.*, vol. XVIII, p. 355; vol. XIX, pl. II, p. 11).

(4) *Trans. Roy. Soc. Edimb.* vol. X[illegible]II, p. 480.

(5) *Ibid.*, p. 550-553.

(6) *Proc. Roy. Soc. Lond.*, vol. XX, p. 417.

Quant à la durée de cette inégalité, on trouve pour moyenne, déduite des observations de la force horizontale :

A Makerstoun, etc., en 1844 et 1845, est...........	25,92 jours.
A Greenwich, 1850 à 1851 et 1868 à 1870, est.....	25,86
Déduite des observations barométriques à Singapoor en 1841 à 1845, elle est......................	25,83

» Je saisis cette occasion pour corriger quelques fautes dans ma Note du 3 mars (*Comptes rendus*, p. 544). Les directions moyennes du cirrus et du vent à la surface sont données comme nord 11 degrés ouest, et sud 23 degrés nord, tandis que les directions étaient, pour le cirrus, ouest 11 degrés nord (de 11 degrés nord de l'ouest), et pour le vent ouest 23 degrés sud (de 23 degrés sud de l'ouest) : de là la conclusion que les courants polaires (qui doivent, selon l'hypothèse, venir du nord-est) n'existent pas en Écosse. »

PHYSIQUE. — *Expériences nouvelles sur les flammes chantantes;* Mémoire de M. FR. KASTNER, présenté par M. Larrey. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Regnault, Bertrand, Jamin.)

« Si, dans un tube de verre, on introduit deux flammes de grandeur convenable, et si on les place toutes deux au tiers de la longueur du tube, comptée à partir de la base inférieure, ces flammes vibrent à l'unisson. Le phénomène continue de se produire tant que les flammes restent écartées ; mais le son cesse aussitôt que les deux flammes sont mises au contact.

» J'ai pris un tube de verre de $0^m,55$ de longueur, de $0^m,041$ de diamètre extérieur et de $0^m,0025$ d'épaisseur. Deux flammes isolées, provenant de la combustion du gaz hydrogène, s'échappant de becs convenablement construits et placés à $0^m,183$ de la base, ont produit, lorsqu'elles étaient séparées, le *fa* naturel.

» Dès que ces flammes, à l'aide d'un mécanisme très-simple, sont rapprochées l'une de l'autre, le son est brusquement interrompu. Si l'on fait varier la position des flammes dans le tube, en les laissant toujours écartées, au-dessus du tiers de la longueur, le son diminue jusqu'à la moitié du tube, endroit au delà duquel tout bruit cesse de se produire; au-dessous de ce même point, le son augmente, au contraire, jusqu'au quart de la longueur du tube. En cet endroit, si l'on rapproche les flammes, le son ne cesse pas immédiatement, les deux flammes pouvant alors continuer de vibrer comme une flamme unique.

» L'interférence des flammes chantantes ne se produit que dans des conditions spéciales. Il est important de mettre la longueur des tuyaux en harmonie avec le nombre des flammes. La hauteur des flammes n'exerce qu'une

action limitée sur ce phénomène. La forme des becs joue également un rôle important.

» L'ensemble des expériences que j'ai effectuées, depuis deux ans, m'a conduit, comme application, à la construction d'un instrument musical d'un timbre entièrement nouveau, se rapprochant de la voix humaine, et auquel j'ai donné le nom de *pyrophone*. Cet instrument se compose de trois claviers, s'accouplant comme dans l'orgue; chacune des touches du clavier est mise en communication, à l'aide d'un mécanisme fort simple, avec les conduits adducteurs des flammes dans les tuyaux de verre. Lorsqu'on presse sur ces touches, les flammes se séparent et le son se produit aussitôt; dès qu'on cesse d'agir sur les touches, les flammes se rapprochent et le son cesse immédiatement. »

M. le colonel Levret adresse un supplément à son précédent Mémoire relatif à la détermination des positions géographiques sur un ellipsoïde quelconque.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Villarceau, Serret, d'Abbadie.)

M. J. Cottin adresse une Note relative à la théorie des taches solaires. Les idées émises par l'auteur lui paraissent s'accorder, en particulier, avec l'allongement des taches dans le sens de la rotation.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. A. Deryaux adresse un Mémoire concernant la théorie du phénomène des marées.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. Brachet adresse de nouvelles remarques sur l'emploi de diverses substances pour les objectifs de microscope.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Troïanowski adresse une Note concernant un procédé de destruction du *Phylloxera*. Ce procédé consisterait à enduire le pied des ceps d'un lait de chaux, mélangé de blanc d'Espagne.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

M. L. **Hugo** adresse une Note relative à une maquette d'anatomie viscérale, faisant partie des collections du musée du Louvre.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Cloquet.)

M. **Boué de Montagnac** adresse une nouvelle Note relative à son projet d'aérostat militaire.

M. J. **Billet** adresse une nouvelle Lettre concernant sa nacelle aérienne.

Ces deux Notes sont renvoyées à la Commission des Aérostats.

M. **Potapof**, lieutenant-colonel à Stavropol, dans le Caucase, envoie des remarques sur le ballon construit à Paris, pendant la guerre, par M. Dupuy de Lôme, et indique des modifications au mécanisme.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de M. *Emm. Fergola*, imprimé en italien et intitulé : « Détermination nouvelle de la latitude de l'Observatoire de Capodimonte, au moyen des différences de distances zénithales méridiennes de cinquante-deux groupes d'étoiles, observées en 1871 » ;

2° Une traduction italienne, faite par M. *Diamilla-Muller*, de l'Éloge historique de Plana, prononcé par M. Élie de Beaumont;

3° Une brochure de M. *Pomel*, intitulée : « Description et carte géologique du massif de Milianah » ;

4° Des « Études faites dans la collection de l'École des Mines, sur des fossiles nouveaux et mal connus », publiées par M. *Bayan*.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le 2ᵉ volume du Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France.

M. le général **Morin**, en présentant à l'Académie les n°s 19 et 20 du *Mémorial de l'Officier du Génie*, s'exprime comme il suit :

« Ces deux numéros du *Mémorial de l'Officier du Génie* contiennent des travaux importants, non-seulement au point de vue du service spécial auquel ils sont destinés, mais aussi à ceux de plus d'un service public et de l'intérêt de la Science elle-même.

» Dans le dix-neuvième volume, on trouve un Mémoire de M. le commandant Morellet : *Sur les démolitions par la mine à l'aide de la poudre.* L'auteur de ce travail, après avoir rappelé les recherches antérieures et les nombreux résultats d'observations recueillis en France et à l'étranger, le termine par un résumé pratique qui contient des règles applicables non-seulement aux mines militaires, mais aussi aux grands travaux publics.

» Le même volume contient un Mémoire de M. le commandant Bardonneau : *Sur la mise du feu aux mines au moyen de l'électricité.* L'auteur, après avoir posé les conditions du problème, souvent fort complexe, qu'il s'agit de résoudre, donne des formules usuelles, conformes aux principes de la Science et dont l'expérience a confirmé l'exactitude. Le Mémoire est terminé par des instructions simples et claires à l'aide desquelles on peut être assuré d'obtenir toujours les effets désirés et confier l'exécution des opérations à des sous-officiers ou à des conducteurs de travaux.

» Un autre Mémoire important, compris dans le même volume, est celui de M. le commandant Varaigne : *Sur la réparation des ponts de chemins de fer détruits par l'ennemi, et sur l'organisation du personnel destiné à ces opérations.*

» Le vingtième volume est entièrement consacré à l'*École théorique et pratique des poudres brisantes dérivées de l'azote*, par M. Fritsch, capitaine.

» Ce travail constitue un véritable traité sur la matière. Il est le résultat des recherches les plus étendues et les plus variées, et contient une analyse, ainsi qu'une discussion des études faites, depuis plusieurs années, en France et à l'étranger. L'auteur a consulté tout ce qui a été publié sur la question, et il a fait preuve des connaissances les plus complètes, en même temps que d'un remarquable esprit de discussion scientifique.

» La publication de ces deux nouveaux numéros du *Mémorial de l'Officier du Génie* montre que ce corps savant, auquel l'Académie a dû plus d'une de ses illustrations, tient à conserver, dans le monde militaire, la haute réputation qu'il a toujours si justement obtenue. »

ASTRONOMIE. — *Observations sur la théorie des cyclones solaires*; par M. E. VICAIRE.

« Dans un Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 26 août 1872 (1), j'ai cherché à démontrer qu'il est impossible d'expliquer les phénomènes que présente la surface solaire sans admettre l'existence d'un noyau moins chaud que la photosphère. Je me propose actuellement de montrer que la théorie récemment proposée par M. Faye pour les taches n'échappe pas à ma démonstration générale; elle me paraît présenter en outre quelques autres difficultés.

» Et d'abord, est-il permis de parler de *suppression* (2) de la photosphère? Les gaz dissociés qui, suivant M. Faye, occupent l'intérieur de l'astre, ne peuvent être quelque part en contact avec des gaz froids, et surtout avec des gaz qui, puisés dans l'atmosphère de l'astre, sont nécessairement identiques avec ceux qui la constituent, sans qu'aussitôt ne se produisent, à la surface de séparation, tous les phénomènes qui engendrent la photosphère.

» La structure granulée de la photosphère est elle-même inexplicable dans cette théorie; les raisons qui ont fait abandonner à M. Faye sa première explication des taches, fondée sur le faible pouvoir émissif des gaz, s'opposent également à ce que les espaces relativement sombres qui séparent les granulations lumineuses puissent se manifester à nous.

» Si donc les tourbillons produisent des taches, ce ne peut être qu'en déterminant dans la photosphère des *dépressions* remplies de matières qui intercepteraient, à la manière d'un écran, les rayons émis par les parois de ces cavités. C'est exactement, abstraction faite de la cause mécanique, l'explication donnée par le P. Secchi dans *le Soleil*. Or j'ai montré que cette explication exige, contrairement à ce que produiraient des tourbillons, que les gaz qui remplissent la cavité soient d'autre nature que ceux qui forment l'atmosphère solaire; car le trajet parcouru dans cette atmosphère, si mince qu'on la veuille supposer, par les rayons qui nous viennent du bord du disque, surpasse le trajet parcouru par ceux qui viennent du centre, d'une quantité certainement bien plus grande que la profondeur des taches, et cependant ces rayons sont beaucoup moins éteints que ceux qui émanent du fond des taches. Les observations du P. Secchi sur le spectre des taches conduiraient à la même conclusion.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 527.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 307.

» J'ai montré en outre que cette explication, quelle que soit la uature de ces gaz, est contredite par quelques-uns des faits les plus saillants que présentent les taches : tels sont notamment la netteté caractéristique des contours du noyau et de la pénombre, et ce fait que la pénombre présente généralement son maximum de clarté dans le voisinage du noyau. On s'en convaincra aisément en jetant un coup d'œil sur la figure donnée en dernier lieu par M. Faye (1); on verra notamment qu'on ne peut y placer le bord du noyau et celui de la tache que d'une manière tout à fait arbitraire.

» Sans examiner si, ramenant sous une autre forme les courants descendants de MM. Stewart et Lockyer, la théorie de M. Faye ne présente pas la plupart des difficultés que M. Faye lui-même a opposées aux savants anglais, je passe aux difficultés spéciales que présenteut les tourbillons.

» Tout d'abord, les formes que présentent la plupart des taches, avec leurs contours déchiquetés, leurs angles aigus, ne répugnent-elles pas à l'idée d'une pareille cause, surtout en l'absence de tout noyau solide dont les aspérités puissent dévier les filets gazeux ? En second lieu, la cause assignée à ces tourbillons est-elle suffisante ?

» M. Faye trouve que « sur le Soleil, aux deux bords opposés d'une » simple tache de 1 degré de largeur, par $35\frac{1}{2}$ degrés de latitude, par » exemple, la différence des vitesses linéaires n'est pas moindre que » 24 minutes par seconde, » tandis que, sur la Terre, cette différence n'atteindrait pas 5 minutes ; mais si nous poussons plus loin la comparaison, nous trouvons que les vitesses angulaires autour des centres des deux tourbillons sont telles que, sur le Soleil, un point de la circonférence emploierait $36\frac{1}{4}$ jours à la parcourir, et, sur la Terre, $1^{j},72$ seulement. L'accélération centrifuge $\frac{v^2}{r}$, qui doit donner la mesure de la puissance d'aspiration, est $0^{m},000024$ sur le Soleil, et $0^{m},000099$ sur la Terre. Ces deux nombres sont très-petits l'un et l'autre, mais le second est quadruple du premier.

» Cependant cette comparaison est beaucoup trop favorable au tourbillon solaire; car, suivant la remarque de M. Faye, dans sa deuxième Note (2), c'est seulement le second terme de la vitesse, le terme en $\sin^2 \lambda$,

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 391.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1794.

dont les variations tendent à produire les tourbillons. Or la variation de ce terme, dans l'exemple considéré, n'est que de $3^m,67$. Avec cette vitesse, le temps employé à parcourir la circonférence de la tache s'élève à 238 jours, et l'accélération centrifuge se réduit à $\frac{1}{181}$ de la valeur trouvée sur la Terre.

» Enfin le déplacement relatif des diverses zones de la photosphère est hypothétique, au moins sous le rapport de la grandeur qui lui est attribuée, car l'observation donne seulement les mouvements des taches, et rien ne prouve qu'elles n'aient pas un mouvement propre. Au contraire, ce mouvement propre est incontestable, au moins pour un certain nombre d'entre elles. Je suis porté à penser, quant à moi, que les mouvements de la photosphère sont en effet moindres que ceux des taches, ce qui affaiblirait encore la cause des tourbillonnements.

» En revanche, le mode de comparaison précédent ne donne qu'une idée très-insuffisante de la cause qui produit les cyclones terrestres, car les courants polaires peuvent amener à beaucoup moins de 1 degré de distance des masses d'air dont les latitudes d'origine diffèrent de beaucoup plus de 1 degré, et par conséquent dont les vitesses diffèrent de beaucoup plus de 5 minutes. N'est-il pas évident que, s'il n'y avait sur notre globe que des déplacements de 1 degré en latitude, on n'obtiendrait rien de comparable aux cyclones des régions tropicales?

» Et cependant, que sont les dépressions produites par ces cyclones? quelques millimètres de mercure, une petite fraction du poids de notre atmosphère, tandis que l'action des cyclones solaires devrait refouler les courants ascendants, déprimer les surfaces de niveau de l'enveloppe gazeuse, d'une quantité souvent supérieure au rayon de la Terre.

» Bien plus, suivant M. Faye, c'est l'hydrogène ainsi aspiré par les taches qui, se portant ensuite à la circonférence, remonterait avec violence et produirait ces protubérances qui s'élèvent, avec des vitesses de 60 ou 80 kilomètres par seconde, jusqu'à des hauteurs de 5, de 10, de 15 rayons terrestres. Or, si telle est la force avec laquelle cet hydrogène tend à remonter, telle est aussi la force à vaincre pour le refouler dans le bas, telle serait la puissance d'aspiration des tourbillons.

» En tout cas, la vitesse avec laquelle le gaz est aspiré par le tourbillon ne peut être qu'une fraction de celle des filets gazeux qui tourbillonnent; elle ne pourrait donc atteindre tout au plus qu'un petit nombre de mètres. Comment le même poids de gaz pourrait-il s'écouler ensuite par tout le périmètre de la tache avec les vitesses énormes dont nous venons de parler?

Cela suppose une augmentation de volume hors de toute proportion avec la différence de température que l'on peut admettre entre les protubérances que ce gaz forme à la sortie et la chromosphère où il avait été puisé.

» En ce qui concerne la répartition des taches dans les diverses zones, les cyclones ne donnent rien de satisfaisant. D'après les observations de M. Carrington, le maximum de fréquence a lieu entre 8 et 22 degrés de latitude, et probablement plus près de la première limite (1). Or la théorie de M. Faye place le maximum à 28 degrés, et la valeur de ce maximum est entre trois et quatre fois la valeur que l'on trouve à 10 degrés. En outre, au delà du minimum, qui aurait lieu à 54 degrés, il devrait y avoir des taches tout aussi nombreuses, tournant en sens contraire.

» Il est vrai que cette dernière conséquence paraît être contraire à la théorie elle-même et résulter seulement d'un vice dans la manière dont les résultats précédents en ont été tirés. La formule proposée par M. Roche (2), à laquelle on parvient d'une manière plus rationnelle, ne présente pas cette difficulté. En revanche, elle porte le maximum à 35 degrés, c'est-à-dire à une latitude où les taches deviennent tout à fait rares, et elle donne à 64 degrés la même fréquence qu'à 10 degrés.

» Mais ce qui est peut-être le plus nettement contraire à la théorie de M. Faye, ce sont les phénomènes de segmentation et généralement l'existence simultanée des taches dont l'intervalle est beaucoup moindre que le diamètre de chacune d'elles. En effet, ces deux taches ou ces deux segments, comme toutes les autres, doivent tourner dans le même sens; mais alors leurs parties contiguës se meuvent en sens opposés. Le mince filet qui les sépare se trouve donc sollicité en sens contraires sur ses deux faces, avec des vitesses égales à celles qui existent à la circonférence des taches, et par conséquent le mouvement tourbillonnant devrait s'y développer avec une bien autre énergie que dans les taches elles-mêmes. Il n'en est rien cependant.

» Dans une autre Communication, j'espère montrer que la théorie dont j'ai posé les premières bases dans mon Mémoire du 26 août, et qui n'est, au fond, que celle de Wilson, explique au contraire de la manière la plus satisfaisante tous les phénomènes que présentent les taches. »

---

(1) *Voir* le tableau qu'en a tiré M. Faye, *Comptes rendus*, t. LX, p. 141.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 510, en note.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *De la Spectrométrie; spectronatromètre;* Note de MM. P. Champion, H. Pellet et M. Grenier, présentée par M. Balard.

« M. Janssen, dans le cours de ses importants travaux sur la spectroscopie (1), pensa qu'on pourrait fonder une méthode de dosage de la soude par la dilution de la raie fournie par le sodium, et déjà, en 1870, il voulut bien faire avec nous quelques essais dans le laboratoire de M. Payen. Nous avons, depuis cette époque, varié ces essais, aidés de ses conseils bienveillants, et nous sommes parvenus à coordonner la méthode et à construire l'instrument dont nous donnons la description (2).

» L'appareil se compose de deux parties distinctes :

» 1° Soient A un spectroscope, dont la fente verticale C est de dimension variable, D une lame de verre bleu prismatique, compensateur qui sert à désensibiliser l'intensité de la flamme sodique *n* et dont le mouvement est commandé par un pignon. Ce prisme porte une échelle mobile.

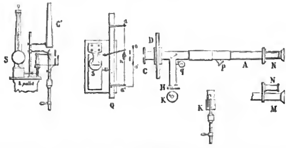
» *Témoin.* — En H se trouve un tube de cuivre portant une fente, dont on peut régler à volonté l'écartement et la position en regard du bec témoin K. Les rayons qui émanent du témoin, rencontrant une glace placée à 45 degrés dans le spectroscope, s'y réfléchissent pour traverser ensuite le prisme, comme le feraient des rayons directs et vont éclairer d'une lumière jaune constante la moitié droite du champ de l'instrument, la moitié gauche devant être éclairée par la lumière provenant du corps qu'on essaye. Cette lumière est plus ou moins désensibilisée pour amener les deux moitiés du disque à une égale intensité, comme cela a lieu dans le polarimètre de M. Cornu, qui nous a aidés aussi de ses conseils. Le témoin consiste en un bec de forme circulaire muni d'un petit régulateur rhéométrique à gaz Giroud, dans la flamme duquel nous avons disposé un petit cône creux en platine destiné à recevoir du carbonate de soude fondu. Le témoin est entouré d'une enveloppe métallique munie d'une fente mobile, afin d'éviter l'impression produite sur l'œil par l'éclat de la flamme sodique. On a placé devant la fente du tube H un prisme mobile en verre, de couleur semblable

(1) *Comptes rendus*, séance du 7 novembre 1870.

(2) Cette méthode et cet instrument pourraient, avec quelques légères modifications, s'appliquer au dosage d'autres métaux qui, dans la flamme d'un bec Bunsen, fournissent une intensité de lumière suffisante, tels que le lithium, le thallium, etc., et peut-être même, ainsi que le pense M. Berthelot, aux substances telles que l'alizarine, etc., qui fournissent des raies d'absorption d'une certaine intensité.

à celle du désensibilisateur. Ce prisme a pour résultat, tout en permettant de diminuer à volonté l'intensité de la raie-témoin, de modifier sa couleur en la rendant comparable à celle qu'on obtient avec les rayons qui traversent le compensateur.

» L'objectif du spectroscope, qui peut se mouvoir dans un plan horizontal, permet de régler la position de la raie spectrale. En M se trouve un diaphragme traversé dans son milieu par un fil d'araignée vertical. Un petit bec de gaz q, entouré d'une cheminée, porte une lentille qui concentre ses rayons sur l'index de l'échelle et une lunette de Galilée, placée en N, facilite la lecture des divisions de l'échelle. Cette partie de l'appareil a été exécutée par M. Dubosq avec son habileté ordinaire.



» 2° La deuxième partie de l'appareil est formée d'un chariot mobile sur des galets, qui est commandé par un mouvement d'horlogerie à pendule conique S. Sa course est de 17 centimètres et s'effectue en soixante et onze secondes. Un appareil ingénieux, mû par deux fils, dont les extrémités sont placées sous la main de l'opérateur, sert à embrayer l'engrenage du chariot, dont le mouvement est indépendant de celui du pendule conique. Ce moteur, construit par M. P. Dumoulin-Froment, est doué d'une grande perfection.

» *Fil.* — Le chariot porte à ses extrémités deux tiges horizontales a, a' qui supportent le fil de platine. Au sortir de la flamme, une tige d'acier, placée sur le même plan que les bras du support, empêche le fil de s'affaisser et le guide dans sa course. Le diamètre du fil de platine est de 1 millimètre.

» *Brûleur.* — Le brûleur se compose d'un bec Bunsen n à flamme plate et muni d'un régulateur rhéométrique à gaz. Une disposition, pareille à celle du pied qui supporte le témoin, permet un mouvement angulaire servant

à régler la position de la flamme par rapport au fil. Une cheminée c', placée à quelques centimètres au-dessus de la flamme, augmente sa stabilité. Le bec porte un écran mobile de bas en haut, percé d'une ouverture d'un diamètre de 1 centimètre, au moyen de laquelle on isole la partie la plus fixe de la flamme, située au-dessus du fil de platine. Deux obturateurs, formés de lames métalliques distantes de quelques centimètres, fixées sur le chariot, passent successivement devant le diaphragme et produisent, dans la partie gauche du disque lumineux, une obscurité de quelques secondes; on est ainsi prévenu du moment où doit commencer l'opération, qui doit avoir lieu sur la même partie de chaque fil.

» *Réglage de l'appareil.* — On commence par introduire dans la flamme du brûleur une nacelle en platine contenant des fragments de carbonate de soude fondu et l'on fait mouvoir l'oculaire du spectroscope jusqu'à ce que la raie, à laquelle on donne une largeur suffisante, vienne à la rencontre du fil d'araignée dans la partie gauche du diaphragme. On dispose le témoin de façon à couvrir de même la partie droite. Les solutions qui servent à titrer l'appareil sont placées à l'avance dans une série de tubes bouchés, dans lesquels on plonge le fil de platine pour l'imprégner de la solution sodique. Il est ensuite rapidement séché à l'étuve. On débarrasse à l'avance les fils de toute trace de soude par un lavage et une calcination prolongée.

» *Graduation.* — Pour graduer l'appareil, il suffit de plonger les fils de platine dans des solutions titrées, de mettre en marche le chariot portant le fil, et d'amener les deux demi-disques à une égale intensité à l'aide du prisme compensateur. Dans cette méthode, le diamètre du fil, sa vitesse, la nature du sel de soude, ainsi que la présence de substances étrangères, ont une influence considérable. Nous passerons donc rapidement en revue ces divers points.

» L'expérience nous a conduit à employer des fils de 1 millimètre de diamètre. Des fils d'un diamètre supérieur ne peuvent, dans les conditions de notre appareil, être portés assez rapidement à une température suffisante pour volatiliser convenablement le sodium. Nous avons de plus reconnu que pour un diamètre déterminé les solutions de soude concentrées au delà d'une certaine limite fournissent la même intensité lumineuse. On peut expliquer ce fait en admettant que, dans le même temps, une source calorifique quelconque ne pourra volatiliser que la même quantité de sodium, quelle que soit la concentration de la liqueur.

» Les solutions sont titrées depuis 1 pour 100 jusqu'à $0^{gr},05$ pour 100 de soude (NaO).

» Nous employons le sulfate de soude, dont la volatilité nous paraît intermédiaire entre celle du chlorure et du phosphate de soude.

» Comme on peut toujours séparer les sels étrangers à la soude et à la potasse, nous avons dû chercher l'influence de ce dernier alcali sur le dosage. En effet, une forte proportion de potasse augmente le titre des solutions, ce qu'on peut attribuer à l'accroissement de densité, qui correspond à une épaisseur plus grande de la couche liquide recouvrant le fil. Nous avons remédié à cet inconvénient en employant, pour la graduation, des solutions de soude saturées de sulfate de potasse.

» Les fils doivent d'ailleurs être retirés du liquide avec une vitesse égale.

» *Echelle.* — Les divisions de l'échelle que nous avons déterminées sont inégales et se rapprochent à mesure que l'on opère sur des dissolutions plus élevées. En prenant pour abscisses les nombres correspondants de l'échelle et pour ordonnées les quantités de soude, nous avons déterminé une courbe régulière que M. Leygue a bien voulu soumettre au calcul. D'après ses recherches, cette courbe est une fonction du troisième degré et a pour formule $Y = -a + bx - cx^2 + bx^3$.

» Malgré la constance du témoin, son intensité lumineuse peut subir quelques variations dues à différentes causes. Ces variations ont pour résultat de déplacer la courbe, sans changer sa nature. Afin d'éviter de fréquentes déterminations de l'échelle, nous avons recours à une courbe mobile que l'on promène sur un papier quadrillé indiquant les ordonnées et les abscisses.

» La moyenne des erreurs que peut fournir cet instrument entre des mains expérimentées peut varier de 2 à 5 pour 100 de la teneur en soude.

» On voit donc que cette méthode, dans l'état actuel des choses, est spécialement destinée à suppléer les procédés chimiques quand ceux-ci deviennent impuissants en raison de la faible proportion de soude; une erreur relativement sans importance, dans ce cas, fournirait des résultats insuffisants si l'on agissait sur des solutions très-concentrées qu'on devrait diluer jusqu'à une limite égale ou inférieure à 1 pour 100.

» *Dosage de la soude dans les cendres des végétaux.* — On commence par traiter la cendre à chaud par l'acide sulfurique. On se débarrasse ainsi des acides carbonique et chlorhydrique. La solution est ensuite additionnée

d'un léger excès de baryte qui précipite les acides sulfurique et phosphorique. La soude et la potasse se trouvent ainsi mises en liberté. On sature exactement la liqueur par l'acide sulfurique. On introduit enfin un excès de sulfate de potasse pur, de manière à saturer la liqueur dont on aura déterminé le volume quant au poids de cendre employée. L'essai se pratique ensuite comme nous l'avons indiqué précédemment (1).

» Dans une prochaine Communication nous indiquerons quelques dosages de la soude contenue dans les cendres de divers végétaux. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Note sur l'analyse spectrale quantitative, à propos de la Communication précédente de MM.* Champion, Pellet *et* Grenier; par M. **Janssen**.

« La Communication de MM. Champion, Pellet et Grenier est intéressante, parce qu'elle nous offre une première réalisation dans la voie de l'analyse spectrale quantitative, sur laquelle, à cette occasion, je demande à attirer de nouveau l'attention de l'Académie.

» Tout le monde connaît les services que le spectroscope rend tous les jours à l'analyse chimique; mais les indications de cet instrument sont essentiellement *qualitatives*, et ne permettent pas de se prononcer sur les proportions suivant lesquelles le corps dont on a reconnu la présence entre dans le composé examiné. Cependant, dans une foule de cas, on aurait le plus grand intérêt à obtenir un dosage même approximatif. Les métaux présentent beaucoup d'exemples de ce genre. On sait, par exemple, que le fer se trouve profondément altéré dans ses propriétés mécaniques par la présence de traces de phosphore ou d'arsenic; l'atmosphère, l'eau des fleuves, des sources, etc., contiennent souvent des principes actifs qui modifient profondément leurs propriétés et qui s'y trouvent en proportions si faibles, qu'ils échappent aux procédés actuels de dosage. Il en est de même des plantes par rapport à une foule de principes minéraux qui entrent dans leur constitution.

(1) On peut se rendre compte de la sensibilité de cette méthode et des erreurs relatives que l'on peut commettre par les exemples suivants :

1° Soit une solution renfermant $0^{gr},3$ de soude pour 100 grammes d'eau; une moyenne de trois essais a donné à l'aide de la courbe $0^{gr},297$ de soude;

2° Solution de $0^{gr},6$ de soude pour 100 grammes d'eau; on a retrouvé $0^{gr},63$ NaO.

Nos essais ont aussi porté sur des cendres dans lesquelles on déterminait directement la proportion de soude et auxquelles on ajoutait une quantité connue de sulfate de soude qu'on retrouvait par l'expérience.

» Une méthode pour obtenir, par la lumière, le dosage d'une substance, alors que l'analyse chimique devient impuissante, a donc une importance qui ne peut échapper à personne.

» Depuis assez longtemps déjà, j'ai essayé de poser les bases rationnelles de cette nouvelle branche d'analyse spectrale, que j'ai nommée *l'analyse spectrale quantitative*.

» Ces bases ont été exposées dans une Communication à l'Académie, faite le 7 novembre 1870.

» Je disais, en prenant pour exemple un sel de soude porté dans une flamme à base d'hydrogène :

« Le spectroscope indique d'une manière incontestable que c'est le sodium incandescent qui, dans cette circonstance, produit la lumière jaune communiquée à la flamme, lumière qui, par l'action du prisme, fournit presque exclusivement les deux composantes de la raie fraunhoférienne D. Le sel de soude a donc été décomposé, et ses éléments dissociés. Le métal mis en liberté et porté à l'incandescence rayonne sa lumière caractéristique, et, trouvant ensuite de l'oxygène dans le milieu ambiant, il doit s'y combiner et se répandre dans l'atmosphère à l'état de composé sodique. L'existence du sodium libre a été temporaire, mais incontestable; toutes les molécules métalliques ont été, successivement et pendant un certain temps, mises en liberté.

» Or, pendant la période de cette mise en liberté, si l'on admet (ce qui peut être très-sensiblement réalisé dans une expérience bien conduite) que ces molécules passent par les mêmes phases d'incandescence et fournissent la même quantité de lumière, il en résultera que la quantité totale de lumière sodique émise par la flamme, depuis le moment où le sel commence à se décomposer jusqu'à celui de son extinction, sera proportionnelle au nombre des molécules de sodium contenues dans le sel, et toute méthode qui fera connaître cette quantité totale, cette intégrale de force lumineuse, conduira à la détermination du poids de métal qui l'aura produite. C'est ainsi que la connaissance d'une quantité déterminée de matière peut être ramenée à des mesures photométriques.

» Je n'ai pas besoin d'ajouter que ces considérations s'appliquent sans modification à tous les corps donnant dans les flammes une émission lumineuse spécifique, tels que le lithium, le thallium, etc. Si le corps était libre et porté directement dans le foyer, comme ce serait le cas pour un métal placé dans l'arc électrique, le principe serait encore applicable, pourvu que la substance se volatilisât régulièrement, en sorte que toutes ses particules prissent successivement une part égale à l'émission lumineuse.

» Je me réserve de développer ce sujet, et d'exposer plus tard les méthodes expérimentales qui me paraissent donner les meilleures applications des principes exposés (1). »

» Dans cette Note, j'exposais deux procédés pour l'application de ces principes.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 626.

» Le premier est fondé sur la mesure de l'intensité d'une raie brillante donnée par le corps. Le second prend pour base la mesure du temps que le corps met à se volatiliser complétement dans la flamme.

» L'appareil de MM. Champion, Pellet et Grenier se rapporte au premier procédé, attendu que c'est par la considération de l'intensité lumineuse de la raie spectrale que j'ai tout d'abord abordé la question. Ce procédé n'était d'abord qu'ébauché quand M. Champion vint me demander de l'appliquer au dosage de la soude dans les végétaux.

» Il y avait là une application intéressante; et, si elle réussissait, elle apportait une preuve décisive de la justesse des principes sur lesquels j'avais essayé de fonder l'analyse spectrale quantitative. Je connaissais d'ailleurs M. Champion comme un chimiste habile et un esprit distingué, et je ne doutais pas du succès. Si l'on en juge par les résultats annoncés par ces Messieurs, cette prévision serait réalisée et le dosage de la soude, surtout quand cet alcali existe en proportions très-minimes, s'obtiendrait avec une approximation déjà très-satisfaisante. »

CHIMIE. — *Observations, à propos d'une Note récente de M.* Gernez, *sur la cristallisation des solutions salines sursaturées;* par M. **Ch. Viollette.**

« Ce qu'il importait d'établir dans la question des solutions sursaturées, c'était moins la production rapide de cristaux dans les liqueurs, que l'apparition du premier cristal qui prend naissance sous des influences diverses; aussi je doute fort que le raisonnement qui termine la Note de M. Gernez, malgré toute sa valeur, ait suffi pour convaincre les esprits avant mes expériences sur la sursaturation.

» A cette occasion, je ferai remarquer que M. Gernez établit, en terminant sa Note du 3 mars dernier, une confusion entre mes recherches de 1860 et celles qui font l'objet d'un Mémoire étendu, présenté à l'Académie le 24 avril 1865, par M. Pasteur, en même temps que les premiers essais de M. Gernez sur le même sujet.

» Je n'avais pas attendu ces premiers essais de M. Gernez pour reconnaître l'inexactitude de certains résultats relatifs à la chaux et à la baryte présentés par moi « comme réclamant de nouvelles recherches, avant de » pouvoir en affirmer l'exactitude », et non point comme des faits certains, ainsi que M. Gernez semble le croire. Au 24 avril 1865, j'avais établi que, indépendamment d'un abaissement de température de 8 degrés au-dessous

de zéro, la sursaturation du sulfate de soude cesse, dans toutes les circonstances où on l'observe, par l'introduction dans les liqueurs d'un cristal de sulfate de soude appartenant à l'espèce chimique, *sulfate de soude à 10 équivalents d'eau*, et non point par une parcelle de *sulfate de soude effleuri ou non*, comme l'affirmait M. Gernez à cette époque, parce que j'avais établi que le sulfate de soude complétement effleuri, c'est-à-dire ne contenant plus l'espèce chimique sulfate de soude à 10 équivalents d'eau, est impuissant à provoquer la cristallisation. »

PHYSIOLOGIE. — *Des moyens d'augmenter la longueur des os et d'arrêter leur accroissement; application des données expérimentales à la Chirurgie;* Note de M. **Ollier**, présentée par M. Nélaton.

« J'ai démontré, par mes expériences sur les animaux, qu'on peut modifier considérablement l'accroissement des os en les irritant pendant leur période de croissance. Selon qu'on fait porter l'irritation sur tel ou tel point, on augmente la longueur de l'os ou l'on arrête son accroissement. Toute irritation diaphysaire, pourvu qu'elle atteigne un certain degré et qu'elle soit suffisamment persistante, produit un allongement de l'os; qu'elle porte isolément ou simultanément sur le périoste, la moelle et la substance osseuse proprement dite, elle amène des phénomènes hypertrophiques.

» Les moyens de produire cette irritation, et, par suite, l'allongement de l'os, sont très-nombreux et très-variés. Les dilacérations, incisions, excisions, cautérisations du périoste, les irritations de la moelle par perforation, broiement, implantation de corps étrangers sont suivies, chez les jeunes animaux, d'un allongement de l'os. Il n'est nullement nécessaire d'amener la suppuration, pour obtenir ce résultat : les irritations subaiguës, mais prolongées, sont les plus efficaces et les moins dangereuses.

» L'excès d'accroissement ainsi obtenu est proportionnel à la persistance de l'irritation; il peut aller jusqu'au dixième de la longueur totale de l'os. Chez l'homme, je l'ai trouvé plus considérable encore à la suite de certaines ostéités spontanées.

» Cet allongement de l'os s'opère, non pas par l'accroissement interstitiel de la substance osseuse (cet accroissement interstitiel joue un rôle secondaire), mais par une activité plus grande dans la prolifération des cellules du cartilage de conjugaison. Comme dans l'accroissement normal, c'est ce

cartilage qui est l'agent principal et presque exclusif de l'accroissement en longueur.

» L'activité du cartilage se trouve ainsi surexcitée par la propagation de l'irritation, dont le point de départ est dans la diaphyse; mais, si cette irritation indirecte ou à distance augmente l'activité physiologique du tissu cartilagineux, l'irritation directe ou sur place du même cartilage, c'est-à-dire celle qui s'obtient en agissant sur son propre tissu, par des piqûres, des dilacérations, etc., produit de tout autres résultats. Qu'elle soit légère ou intense, cette irritation directe du cartilage de conjugaison n'amène jamais un allongement de l'os. Si elle est légère, elle n'influe pas d'une manière appréciable; si elle est intense, elle produit un arrêt, proportionnel à l'importance du cartilage irrité, dans l'accroissement de l'os en longueur.

» L'irritation intense de ce cartilage, par les broiements et les dilacérations répétées de sa substance, trouble l'évolution de ses éléments cellulaires, et, sans hâter toujours l'ossification, produit comme résultat définitif un arrêt sensible de l'accroissement.

» La destruction partielle ou totale de ce cartilage, par excision ou broiements répétés, arrête complétement ou en partie l'allongement par l'extrémité osseuse ainsi traitée. Si l'on enlève le cartilage, en le découpant en une rondelle comprenant toute l'épaisseur de l'os, l'arrêt d'accroissement est absolu. Si l'on n'en excise qu'une partie, l'accroissement s'arrête au niveau de la partie enlevée; mais, comme il continue pour les parties du même cartilage laissées intactes, il en résulte, indépendamment d'un arrêt plus ou moins marqué de l'accroissement général de l'os, des déformations variées dans la direction et les courbures de l'organe.

» L'ablation du périoste ou l'évacuation d'une partie de la moelle n'amène pas le même résultat que l'ablation du cartilage, au point de vue de l'accroissement de l'os. Le périoste et la moelle se reconstituent rapidement par la prolifération des éléments restants du même tissu.

» Après l'ablation de longues bandelettes du périoste, sur la diaphyse d'un os long, on constate une augmentation de longueur de l'os dénudé. Cette dénudation de l'os agit comme tous les traumatismes qui portent sur la diaphyse, c'est-à-dire par l'irritation qu'elle occasionne sur les autres tissus vasculaires de l'os.

» Ce sont les irritations de la partie moyenne de la diaphyse qui produisent le plus grand allongement de l'os. Les irritations de ses parties terminales (portions juxta-épiphysaires) produisent quelquefois un résultat

inverse; c'est lorsqu'elles sont intenses et que l'inflammation suppurative arrive jusque sur les limites du cartilage de conjugaison, se propage à ce cartilage et amène sa destruction partielle ou totale. C'est pour cela que l'inflammation aiguë de la totalité d'une diaphyse, arrivant jusqu'à ses cartilages limitants, est suivie d'un arrêt d'accroissement considérable; les cartilages qui se trouvent sur les limites de la suppuration osseuse se détruisent par fonte purulente, ou sont modifiés profondément dans leur activité. L'os ainsi enflammé se trouve dans les mêmes conditions qu'un os dont on aurait détruit artificiellement les deux cartilages de conjugaison.

» L'observation clinique confirme complétement ces données expérimentales, et l'on observe chez l'homme tantôt un allongement de l'os enflammé, tantôt un arrêt d'accroissement. Les faits expérimentaux nous en fournissent l'explication; je renvoie du reste à mon *Traité expérimental et clinique de la régénération des os* (1), pour le détail de mes expériences sur les diverses lésions susceptibles d'influencer l'accroissement des os. Il me reste à démontrer que ces données expérimentales sont applicables à la Chirurgie, et que nous pouvons, dans certains cas, arrêter ou activer l'accroissement des os chez l'homme comme chez les animaux.

» Mais ici il n'est pas besoin de faire remarquer que tous les procédés d'irritation dont je me suis servi chez les animaux ne sont pas applicables à l'homme. Plusieurs seraient pleins de dangers, surtout ceux qui agissent sur la moelle. L'irritation du tissu médullaire expose aux accidents septicémiques les plus graves; et, si elle est portée jusqu'à la suppuration, elle est, dans certains cas, presque fatalement suivie de pyohémie; mais, si nous devons nous interdire d'attaquer directement la moelle, si nous devons rejeter absolument certains procédés d'irritation, déjà dangereux chez les animaux qui supportent le mieux les traumatismes, nous pouvons, en procédant avec les précautions qui sont de règle dans toute intervention sur l'homme, irriter le périoste ou agir sur le cartilage de conjugaison. Nous aurons ainsi à notre disposition un moyen d'allonger les os (irritation du périoste), et un moyen d'arrêter leur accroissement (irritation directe, destruction du cartillage de conjugaison).

» Ces opérations ne seront pas applicables à tous les os des membres. Plusieurs de ces organes, à cause de leur situation profonde et des rapports

(1) T. I, chap. XII et XIII; Paris, 1867.

de leurs extrémités avec les synoviales correspondantes, ne pourraient pas être abordés sans dangers; mais les os de la jambe et de l'avant-bras, c'est-à-dire ceux pour lesquels ces opérations me paraissent le plus souvent indiquées, fournissent un terrain favorable au point de vue opératoire.

» Dans quels cas, en effet, aurons-nous à intervenir ainsi? Je ne puis, dans cette Note succincte, passer en revue tous les cas où il pourrait être nécessaire de modifier l'accroissement des os. Je me bornerai à citer deux exemples, pour faire comprendre l'indication à remplir et le but qu'on doit se proposer. C'est surtout dans les cas de développement inégal des os parallèles, à l'avant-bras et à la jambe, qu'il sera utile de modifier l'accroissement de ces os, pour remédier aux déformations de la main et du pied qui résultent de cette inégalité d'accroissement.

» Si le radius, par exemple, est ralenti ou arrêté dans son accroissement par une ostéite épiphysaire avec altération de son cartilage de conjugaison inférieur, le cubitus, continuant à s'accroître selon les lois de son développement normal, dépassera le radius en bas. Il déjettera alors la main sur le bord radial du membre, et il en résultera une déviation très-choquante au point de vue de la forme, et très-gênante au point de vue fonctionnel. Si alors on arrête l'accroissement du cubitus, par la destruction de son cartilage de conjugaison inférieur, on fait cesser la déviation de la main, qui reprend peu à peu sa position normale à mesure que le radius s'accroît.

» Supposons, d'autre part, une ostéite de la partie moyenne de la diaphyse du radius, avec hypertrophie considérable de cet os. Le cubitus resté sain et n'ayant pas été influencé par l'inflammation de voisinage ne peut suivre le radius dans son allongement, et, tout en croissant régulièrement, se trouve bientôt notablement plus court. Il en résulte une déviation de la main, qui s'incline de plus en plus vers le bord cubital de l'avant-bras. Pour remédier à cette déviation de la main, il y a un moyen efficace, c'est d'activer l'accroissement du cubitus. Or la position superficielle de la diaphyse de cet os permettra d'agir sur son périoste, soit par des irritations sous-cutanées, soit par des cautérisations, de manière à entretenir à son niveau une irritation dont le résultat sera une hypertrophie de l'os en longueur.

» On aura donc, pour rétablir l'harmonie entre deux os parallèles, tantôt à activer l'accroissement de l'os en retard, tantôt à ralentir ou à arrêter l'accroissement de l'os en excès. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Note sur l'anatomie de la Comatule* (Comatula rosacea, *de Blainville*); Note de M. **Edm. Perrier**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les renseignements que la Science possède sur l'organisation des Comatules sont peu nombreux et contradictoires. Leur squelette calcaire seul est bien connu, grâce aux travaux récents du Dr Carpenter; quant à leur embryogénie, elle laisse peu à désirer après le Mémoire publié sur ce sujet par M. Wyville Thomson.

» L'été dernier, au laboratoire de Zoologie expérimentale de M. de Lacaze-Duthiers, mon excellent maître, laboratoire situé sur les bords de la mer, à Roscoff (Finistère), j'ai cherché à élucider les points obscurs qui subsistent encore dans l'anatomie de ces animaux, qui sont les derniers restes de cette faune si riche de Crinoïdes que nous montrent les couches géologiques. Nos Comatules sont pourvues de dix bras, groupés par paires, et rayonnant autour d'un disque sur lequel est situé un sac viscéral, contenant l'appareil digestif. Les bras sont garnis, de chaque côté, d'une rangée de *pinnules* alternes; chaque article calcaire des bras porte sur l'un de ses côtés une pinnule. Ces pinnules semblent être comme une répétition en petit du bras lui-même, mais ne portent pas de pinnules secondaires. Sur le disque, on voit deux orifices : l'un, central, est la bouche, l'autre, latéral, correspondant à l'intervalle de deux paires de bras, est situé à l'extrémité d'une sorte de cheminée charnue, terminée par huit lobes : c'est l'anus. Autour de la bouche, on voit régner un anneau vasculaire qui émet en face de chacune des cinq paires de bras une branche vasculaire se bifurquant à la base de chaque paire et fournissant à chaque bras un canal dit *canal radial* ou *canal tentaculaire*. L'anneau vasculaire, dans l'intervalle des cinq canaux radiaux primitifs, donne naissance, sur son bord interne, à dix ou huit tentacules digitiformes contigus, plus grands au milieu de l'intervalle, plus petits au voisinage des canaux qu'il sépare. Dans leur parcours sur le disque, ces canaux donnent eux-mêmes naissance à de petits tentacules digitiformes, simples et alternes. Les cinq canaux radiaux du disque découpent sur celui-ci cinq secteurs. Si l'on observe les téguments sur chacun de ces secteurs, on les voit criblés d'une vingtaine d'orifices parfaitement circulaires, irrégulièrement disposés, ayant environ cinq millièmes de millimètre de diamètre et bordés par un anneau épithélial dont les cellules ont un millième de millimètre de diamètre. Ces orifices conduisent dans de petits culs-de-sac ovoïdes, tapissés par le même épithélium;

j'ignore quelle peut être la fonction de ces singuliers organes. Les très-jeunes Comatules n'en présentent qu'un seul dans chaque secteur; leur nombre s'accroît donc beaucoup avec l'âge de l'animal. Certains orifices sont tangents, comme si leur multiplication se faisait par une division longitudinale des organes en culs-de-sac préexistants. La membrane tégumentaire du disque est tapissée intérieurement par une quantité de plaques calcaires, irrégulièrement circulaires, souvent marquées de stries annulaires et présentant une sorte d'étoile centrale, plus épaisse que la plaque même et dont les branches sont parfois bifurquées. Quelques-unes de ces plaques sont dépourvues d'étoiles, d'autres sont perforées; leur étude pourrait être de quelque importance pour les déterminations spécifiques. Ces plaques et les organes en cul-de-sac que je viens de décrire n'ont jamais été signalés, que je sache.

» Les bras de la Comatule ont été pour moi l'objet d'une étude attentive. Leur squelette calcaire est formé de pièces en forme de sablier, portant à la partie inférieure de leur bord antérieur un certain nombre d'épines, qui empêchent le renversement complet des articles les uns sur les autres; je ne le décrirai pas davantage. Il est entouré par une gaîne de tissus mous, qui se développent latéralement en une lame membraneuse, festonnée de chaque côté de façon que les festons d'un côté alternent avec ceux de l'autre côté. Entre deux festons consécutifs, se trouve toujours un groupe de trois tentacules inégaux, dont le plus grand est du côté de l'extrémité du bras. Ces tentacules, tous extrêmement mobiles, ne présentent aucun orifice extérieur; ils portent deux ou trois rangées de papilles, terminées par une petite tête élargie, qui porte trois soies grêles, roides et divergentes. Les trois tentacules d'un même groupe naissent *par une branche commune* du canal tentaculaire. Le plus grand sépare nettement deux festons l'un de l'autre; les deux plus petits reposent sur le feston auquel ils adhèrent en partie, ce qui a fait croire à M. Wyville Thomson qu'ils faisaient corps avec lui et s'ouvraient dans le canal tentaculaire par un autre orifice que le grand tentacule. Le canal tentaculaire adhère à l'épithélium vibratile de la face supérieure des bras; il est formé de deux enveloppes, séparées entre elles par des corpuscules brillants étoilés; ces deux enveloppes concourent à la formation des parois des tentacules. Vues de profil, elles simulent l'apparence de deux ou même trois vaisseaux superposés, ce qui est cause des opinions qui ont eu cours jusqu'ici sur l'organisation des Comatules, au-dessous du canal tentaculaire; il n'existe absolument aucun autre canal dans les bras des Comatules; cependant ce canal ne repose pas directement sur le squelette; il en est séparé

par un espace vide plus ou moins apparent, suivant l'état de flexion des bras, et qui n'est pas autre chose que le prolongement de la cavité générale. C'est cette cavité à laquelle le Dr Carpenter a cru devoir donner le nom de *canal cœliaque*. Les articles calcaires du squelette sont d'ailleurs enveloppés d'une mince membrane, au-dessous de laquelle on voit des corpuscules conjonctifs étoilés. Le canal tentaculaire se termine en doigt de gant, dans les bras comme dans les pinnules, un peu au delà du milieu de l'antépénultième article calcaire. Des fibres musculaires relient entre eux les groupes tentaculaires, au point où se fait leur épanouissement en trois branches; une bandelette également musculaire règne tout le long de la ligne médiane des bras, au-dessous de l'épithélium de la gouttière ambulacraire.

» Chaque tentacule a, du reste, ses muscles propres, situés entre l'épithélium extérieur et la première enveloppe provenant du canal tentaculaire.

» On ne saurait donc admettre l'opinion de M. Wyville Thomson, qui considère comme sarcodiques les tissus des Comatules. Je n'ai pu voir aucune trace de système nerveux.

» J'ai pu couper les bras de plusieurs de ces animaux, qui ont vécu plus d'un mois dans mes cuvettes, et assister à leur régénération, qui a lieu très-rapidement. Cette circonstance m'a permis de vérifier, par l'embryogénie, les faits que je viens d'exposer, et qui ne sont que la substance d'un Mémoire qui paraîtra sous peu dans les *Archives de Zoologie expérimentale*, dirigées par M. de Lacaze-Duthiers. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un gisement de mammifères fossiles près de Lapsista (Macédoine)*; Note de M. GORCEIX.

« Chargé d'explorations géographiques et géologiques dans certaines parties peu connues de la Thessalie et de la Macédoine, j'ai parcouru ces régions jusqu'au bassin supérieur de l'Haliacmoun, en traversant le plateau qui s'étend de Gravéna au lac de Castoria.

» Les dépôts tertiaires qui constituent ce plateau se relient à ceux de la Thessalie par la vallée étroite des Khassia, dont les formations sablo-argileuses viennent s'appuyer à l'est sur l'arête de calcaire cristallin des Khassia, à l'ouest sur les premiers contre-forts des roches secondaires de la grande chaîne du Pinde. Au débouché des torrents, sur les bords de l'Haliacmoun et de ses affluents, de puissantes assises horizontales de conglomérats, passant aux poudingues, représentent l'étage supérieur des formations tertiaires. Dans le fond des vallées, comme aux environs de

Servia, de Graväna, ces conglomérats sont remplacés par des sables, des marnes sableuses, argileuses, toujours en stratifications horizontales et renfermant beaucoup de lymnées.

» En certains points, on aperçoit, au-dessus des sables supérieurs, des dépôts d'argile rougeâtre, en stratification concordant avec eux et rappelant ceux de l'Attique qui sont très-développés aux pieds du Pentélique. Ces dépôts argileux augmentent de puissance à mesure que l'on s'avance vers Lapsista, et on les voit sur les bords de l'Haliacmoun, entre cette ville et les montagnes, au milieu desquelles est située Siatista. Ils recouvrent d'autres dépôts, relevés de 10 à 15 degrés vers le sud, et formés de sables et de marnes fossilifères appartenant au tertiaire moyen.

» A Lapsista, près du cours de l'Haliacmoun et à une heure au sud de la ville, j'ai découvert, près de la base des dépôts argileux, des conglomérats avec nombreux ossements de mammifères, enchevêtrés les uns dans les autres. Parmi ces ossements, j'en ai reconnu qui appartenaient au dinothérium et à des équidés.

» Ces dépôts argileux et ossifères de la Macédoine ont une analogie bien évidente avec ceux de l'Attique; et des fouilles entreprises à Lapsista donneraient vraisemblablement des résultats aussi intéressants que ceux du célèbre gisement de Pikermi, si bien décrit par M. Albert Gaudry. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les concamérations polyédriques;* Notes prises au cours de Lamé en 1860-61, 1861-62 et 1863-64, par M. G. Perry (1).

« 1. La présente Note a pour but de compléter les indications données par M. Lamé, dans la treizième des *Leçons sur l'élasticité*, et dans le discours préliminaire, la fin de la onzième et la seizième des *Leçons sur la théorie analytique de la chaleur*. Dans ces passages, M. Lamé a signalé l'importance des concamérations polyédriques, mais il n'a point publié ses idées sur le rôle des concamérations en Chimie, sur la nécessité d'étudier les formes cubiques des nombres entiers pour mener à bonne fin les recherches de cette nature, sur les alvéoles courbes qui peuvent exister dans l'intérieur des concamérations.

» 2. Dans le cours de 1860-61 (dans lequel M. Lamé donnait déjà la théorie du troisième rayon), il n'a été question que des polyèdres non

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, comme les deux précédentes de M. Perry (p. 497 et 501), serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

cristallins, vibrant avec changement de densité, de telle sorte que les projections u, v, w du déplacement soient les dérivées en x, y, z, respectivement d'une même fonction F de x, y, z, t, et, de plus, avec cette condition que les molécules situées sur la surface du polyèdre vibrent sur cette surface. Un terme simple de F étant représenté par $-$ U $\cos(\theta\Omega t)$, où U est une fonction de x, y, z; θ un paramètre constant (j'adopte ici la notation employée en 1861-62), et Ω la vitesse de propagation des vibrations avec changement de densité, le théorème général d'élimination se démontre à peu près comme dans le § LVIII des *Leçons sur la théorie analytique de la chaleur;* seulement, si la condition initiale est donnée par les valeurs initiales de la dilatation cubique, cette condition est

$$\mathrm{SM}\theta^2\mathrm{U} = f(x, y, z),$$

et le coefficient M a pour expression

$$\mathrm{M} = \frac{\int_\varpi d\varpi\,\mathrm{U}f}{\theta^2 \int_\varpi d\varpi\,\mathrm{U}^2}.$$

» 3. M. Lamé démontre cette propriété générale, à savoir que, *si un corps présente une face plane finie, sur laquelle la vibration ait lieu tangentiellement, cette face est sollicitée par une force élastique normale,*

$$(1) \qquad x\cos\alpha + y\cos\beta + z\cos\gamma = p$$

étant l'équation de cette face P, sur laquelle

$$(2) \qquad \frac{\partial F}{\partial x}\cos\alpha + \frac{\partial F}{\partial y}\cos\beta + \frac{\partial F}{\partial z}\cos\gamma = 0.$$

» Les équations dites du *tétraèdre* et les conditions supposées plus haut donnent, pour les composantes X, Y, Z de la force élastique exercée sur le plan P,

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} \mathrm{X} &= \lambda\Delta_2\mathrm{F}\cos\alpha + 2\mu\left(\frac{\partial^2 F}{\partial x^2}\cos\alpha + \frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y}\cos\beta + \frac{\partial^2 F}{\partial z \partial x}\cos\gamma\right) \bigg| \, \partial x, \\ \mathrm{Y} &= \lambda\Delta_2\mathrm{F}\cos\beta + 2\mu\left(\frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y}\cos\alpha + \frac{\partial^2 F}{\partial y^2}\cos\beta + \frac{\partial^2 F}{\partial y \partial z}\cos\gamma\right) \bigg| \, \partial y, \\ \mathrm{Z} &= \lambda\Delta_2\mathrm{F}\cos\gamma + 2\mu\left(\frac{\partial^2 F}{\partial z \partial x}\cos\alpha + \frac{\partial^2 F}{\partial y \partial z}\cos\beta + \frac{\partial^2 F}{\partial z^2}\cos\gamma\right) \bigg| \, \partial z, \end{aligned} \right.$$

λ et μ étant les coefficients d'élasticité. Si l'on désigne par la caractéris-

tique δ la variation d'une quantité sur le plan de l'équation (1), on a

$$\delta x \cos\alpha + \delta y \cos\beta + \delta z \cos\gamma = 0;$$

d'ailleurs l'équation (2) donne

$$\delta \frac{\partial F}{\partial x} \cos\alpha + \delta \frac{\partial F}{\partial y} \cos\beta + \delta \frac{\partial F}{\partial z} \cos\gamma = 0.$$

D'après ces deux dernières équations, si l'on ajoute les équations (3) multipliées par δx, δy, δz respectivement, le second membre disparaît, et il reste

$$X \delta x + Y \delta y + Z \delta z = 0;$$

ce qui démontre la proposition énoncée, d'où il résulte que le polyèdre peut être plongé dans un fluide.

» 4. L'expression générale du terme simple donne

(4) $$\frac{1}{\tau} = \frac{\theta\Omega}{\pi} = N, \quad l = \frac{\Omega}{N}, \quad \theta = \frac{\pi}{l},$$

τ désignant la durée d'une demi-oscillation, N le nombre de demi-oscillations dans l'unité de temps, l la demi-longueur d'ondulation.

» Pour le terme simple

$$U = \cos i\pi\frac{x}{a} \cos i'\pi\frac{y}{a} \cos i''\pi\frac{z}{a},$$

le prisme rectangle *abc* se divise *en un nombre* $ii'i''$ de prismes vibrant à l'unisson. Le cas de $i = i' = i'' = 1$ présente les propriétés suivantes, aussi intéressantes qu'élémentaires, que M. Lamé rappelait par les abréviations en italiques :

» 1° Sur les faces, la composante normale du déplacement disparaît, ainsi que les composantes tangentielles de la force élastique (*faces élastiques, forces normales*).

» 2° Sur les arêtes, le déplacement suivant l'arête subsiste seul. L'ellipsoïde d'élasticité a ses axes parallèles aux arêtes; il se déforme périodiquement, mais jamais la surface principale n'est l'ensemble de deux hyperboloïdes (*arêtes élastiques, ellipsoïde d'élasticité*).

» 3° Aux sommets, le déplacement est nul. L'ellipsoïde d'élasticité a encore ses axes parallèles aux arêtes, mais leurs grandeurs maxima sont plus considérables que sur les arêtes. Les sommets sont pressés ou tirés plus fortement que les autres points (*sommets nodaux, ellipsoïde d'élasticité*).

» 4° Sur les sections planes médianes, les composantes tangentielles du

déplacement sont nulles, ainsi que les N, et la dilatation cubique. Les τ_i n'étant pas toutes nulles, la force élastique est dans le plan de la section (*oscillations normales, forces tangentielles*).

» 5° A l'intersection de deux sections planes médianes, le déplacement est nul, et il reste une composante τ_i (*lignes nodales*, τ_i).

» 6° Au centre, tout est nul; ce centre est immobile, et n'est ni dilaté ni condensé; il n'éprouve ni pressions ni tractions (*centre inerte*).

» Le dodécaèdre rhomboïdal formé par des tétraèdres $\frac{1}{24}$ du cube a ses sommets nodaux, et divisés en deux groupes, les uns inertes, les autres tirés ou pressés, particularité qui rappelle certaines déformations des cristaux.

» 5. D'après la propriété générale démontrée au n° 3, si l'on veut qu'un certain plan intérieur d'un polyèdre soit élastique (c'est-à-dire que la vibration ait lieu tangentiellement sur ce plan), il faut que ce plan soit sollicité par une force normale. Au sommet d'un prisme rectangle dont les faces sont élastiques, si le plan diagonal qui le partage en prismes $\frac{1}{2}$ l'est aussi, il y a plus de trois éléments plans sollicités par des forces élastiques normales; l'ellipsoïde d'élasticité doit donc être de révolution autour de l'arête par laquelle passe le plan diagonal élastique, ce qui exige que les deux autres arêtes deviennent égales entre elles. De même, si l'on veut introduire trois plans diagonaux élastiques, il faut que l'ellipsoïde d'élasticité devienne une sphère et que les trois arêtes soient égales.

» Lorsqu'une série trigonométrique représentant la vibration de concamérations qui peuvent paver tout l'espace indique un plan élastique, la vibration est symétrique par rapport à ce plan. Cette propriété générale, qui se démontre comme au § LXXXIV des *Leçons sur la théorie analytique de la chaleur* (en prenant pour F la somme de cosinus), conduit au second groupe de polyèdres traitables, celui qui dérive du prisme triangulaire régulier.

» 6. Dans le cours de 1861-62 (dont le discours préliminaire a été imprimé), cherchant s'il est possible, lors des vibrations avec changement de densité, qu'un solide se partage en polyèdres qui vibrent tous à l'unisson, M. Lamé fait observer que, *si ces concamérations doivent être similaires, elles sont nécessairement polyédriques;* et considérant d'abord les milieux d'élasticité constante, il distingue deux sortes de concamérations, selon qu'à la surface la dilatation cubique Φ, ou la projection normale du déplacement, est nulle. Il appelle les premières *excitantes*, parce que les points de leur surface pénètrent dans les polyèdres voisins, et les secondes *isolantes*, parce

que les points de leur surface n'en sortent pas; et il montre que l'existence des unes entraîne l'existence des autres dans le milieu vibrant, de sorte que, s'il s'agit, par exemple, de prismes rectangles, les sommets des concamérations excitantes sont les centres inertes des concamérations isolantes, tandis que les centres des premières sont les sommets, tirés ou pressés, des secondes. Pour les concamérations excitantes, le terme en U est le même que pour les polyèdres se refroidissant dans un bain à zéro, ainsi qu'il est dit à la fin de la onzième des *Leçons sur la chaleur* (ouvrage où sont développées les solutions), la dilatation cubique Φ remplaçant ici la température V. Pour les concamérations isolantes, il suffit de changer, dans le terme en U correspondant aux concamérations excitantes, les sinus en cosinus et réciproquement.

» 7. Voici, comme résumé, lors d'un milieu non cristallin, les valeurs générales N_g et les valeurs minima N_m du nombre N de vibrations pour les divers polyèdres. Je copie la fin de la feuille Y donnée par M. Lamé en 1861-62, en y remplaçant la dernière ligne par la dernière ligne de la feuille Z, donnée en 1863-64, avec la même définition de N toutefois.

» Prisme rectangle abc,

$$N_g = \Omega\sqrt{\left(\frac{i}{a}\right)^2 + \left(\frac{i'}{b}\right)^2 + \left(\frac{i''}{c}\right)^2}, \quad N_m = \Omega\sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}},$$

avec $i'' = i' = i = 1$.

» Prisme carré a^2c,

$$N_g = \Omega\sqrt{\frac{i^2 + i'^2}{a^2} + \frac{i''^2}{c^2}}, \quad N_m = \Omega\sqrt{\frac{2}{a^2} + \frac{1}{c^2}},$$

avec $i'' = i' = i = 1$.

» Prisme triangulaire $\frac{1}{2}$ de a^2c, même N_g où i' et i sont inégaux,

$$N_m = \Omega\sqrt{\frac{5}{a^2}\frac{1}{c^2}},$$

avec $i'' = i = 1$, $i' = 2$.

» Cube a^3,

$$N_g = \frac{\Omega}{a}\sqrt{i^2 + i'^2 + i''^2}, \quad N_m = \frac{\Omega}{a}\sqrt{3}.$$

» Prisme triangulaire $\frac{1}{2}$ de a^3,

$$N_m = \frac{\Omega}{a}\sqrt{6}.$$

» Tétraèdre $\frac{1}{6}$ de a^3, même N_g avec (i, i', i'') inégaux,

$$N_m = \frac{\Omega}{a}\sqrt{14}.$$

avec $(i, i', i'') = (1, 2, 3)$.

» Tétraèdre $\frac{1}{24}$ de a^3, même N_g où (i, i', i'') sont de même parité,

$$N_m = \frac{\Omega}{a}\sqrt{35},$$

avec $(i, i', i'') = (1, 3, 5)$.

» Prisme triangulaire régulier

$$N_g = \Omega\sqrt{\frac{4(m^2 + mn + n^2)}{3r^2} + \frac{I^2}{H^2}}, \quad N_m = \Omega\sqrt{\frac{4}{r^2} + \frac{1}{H^2}},$$

avec $(m, n, I) = 1$.

» Prisme hémirégulier, même N_g où m et n sont inégaux,

$$N_m = \Omega\sqrt{\frac{28}{3r^2} + \frac{1}{H^2}},$$

avec $(m, n) = (1, 2)$, $I = 1$.

» Le prisme triangulaire régulier dont il s'agit ici est un des six qui forment, par leur réunion, le prisme hexagonal régulier traité aux §§ CVI et CVII des *Leçons sur la chaleur;* (m, n, I) sont des entiers, H est la hauteur du prisme, r la hauteur du triangle équilatéral qui lui sert de base.

» 8. Lorsqu'il s'agit des milieux cristallins diaphanes, G_1, G_2, G_3 désignant les rapports représentés par A, B, C dans la Note sur le troisième rayon (insérée dernièrement), lesquels subsistent seuls dans un unique système d'axes rectangulaires, ce système, adopté pour celui des x, y, z, réduit l'équation de la surface d'onde du troisième rayon à la forme

$$\frac{x^2}{G_1} + \frac{y^2}{G_2} + \frac{z^2}{G_3} = 1. \tag{5}$$

G_1, G_2, G_3 sont positifs (car G_1 est le carré de la vitesse de propagation de l'onde plane perpendiculaire aux x). Si l'on pose

$$\frac{G_1}{A^2} = \frac{G_2}{B^2} = \frac{G_3}{C^2} = \frac{Q^2}{r^2}, \tag{6}$$

où Q est une vitesse de propagation et où (A, B, C, r) sont des lignes, la surface d'onde (5) devient

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{B^2} + \frac{z^2}{C^2} = \frac{Q^2}{r^2}, \tag{7}$$

et l'équation qui régit la dilatation cubique Φ est

$$(8)\qquad \frac{\partial^2\Phi}{\partial t^2} = \frac{Q^2}{r^2}\left(A^2\frac{\partial^2\Phi}{\partial x^2} + B^2\frac{\partial^2\Phi}{\partial y^2} + C^2\frac{\partial^2\Phi}{\partial z^2}\right).$$

On démontre, comme dans la troisième des *Leçons sur la théorie analytique de la chaleur*, que si l'on rapporte la surface d'onde (7), comme l'ellipsoïde principal de la chaleur, à un système de diamètres conjugués ($2\mathcal{A}$, $2\mathcal{B}$, $2\mathcal{C}$), parallèles à de nouveaux axes x', y', z', l'équation (8) devient

$$(9)\qquad \frac{\partial^2\Phi}{\partial t^2} = \frac{Q^2}{r^2}\left(\mathcal{A}^2\frac{\partial^2\Phi}{\partial x'^2} + \mathcal{B}^2\frac{\partial^2\Phi}{\partial y'^2} + \mathcal{C}^2\frac{\partial^2\Phi}{\partial z'^2}\right),$$

en coordonnées obliques.

» Lorsque Φ reste nulle à la surface d'un polyèdre, on prend pour terme simple : $\Phi = U\cos\frac{Q}{r}\theta t$, U étant une fonction de x, y, z et θ un paramètre constant, et la solution s'achève comme pour le refroidissement dans un bain à zéro, ainsi qu'il est dit dans la seizième des *Leçons sur la chaleur*. On a

$$(10)\qquad \frac{Q}{r}\theta = \frac{\pi}{\tau},\quad N = \frac{Q}{r}\frac{\theta}{\pi},$$

τ et N étant définis comme au n° 4 ci-dessus.

» 9. La valeur de N_g étant $\Omega\sqrt{\frac{i^2+i'^2}{a^2}+\frac{i''^2}{c^2}}$ pour le prisme carré (n° 7) et $\frac{Q}{r}\sqrt{i^2+i'^2+\left(\frac{i''}{n}\right)^2}$ pour le prisme cristallin à deux arêtes primitives (dont les arêtes sont proportionnelles à $\mathcal{A}:\mathcal{B}:n\mathcal{C}$, n étant une constante), dans les deux cas, si des entiers (α_1, β_1) et (α_2, β_2) sont tels que $\alpha_2^2+\beta_2^2=\alpha_1^2+\beta_1^2$, N_g sera le même pour $(i, i')=(\alpha_1, \beta_1)$, ou $(i, i')=(\alpha_2, \beta_2)$, et il y aura *concordance*.

» La valeur de N_g étant $\frac{\Omega}{a}\sqrt{i^2+i'^2+i''^2}$ pour le cube (n° 7), et $\frac{Q}{r}\sqrt{i^2+i'^2+i''^2}$ pour le prisme cristallin à trois arêtes primitives (proportionnelles à $\mathcal{A}:\mathcal{B}:\mathcal{C}$), dans les deux cas, si des entiers (α_1, β_1, γ_1) et (α_2, β_2, γ_2) donnent $\alpha_2^2+\beta_2^2+\gamma_2^2=\alpha_1^2+\beta_1^2+\gamma_1^2$, N_g sera le même pour $(i, i', i'')=(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1)$ ou $(i, i', i'')=(\alpha_2, \beta_2, \gamma_2)$, et il y aura *concordance*.

» 10. Si l'on prend les fonctions U qui appartiennent à des termes concordants, et si, avant de les ajouter pour former la fonction des coordonnées qui multiplie le facteur en t comme aux termes concordants, on les

multiplie par des coefficients d'abord arbitraires, on peut établir entre ces coefficients de telles relations, que la dilatation cubique Φ soit nulle, dans l'intérieur du polyèdre, sur une certaine surface, qui pourra être courbe.

» M. Lamé donne l'exemple $i = 1$, $i' = 3$, $i'' = 1$ pour le prisme carré $a^2 c$, et, pour le cube a^3, l'exemple $i = 3$, $i' = i'' = 1$, qui correspond à

$$U = \sin 3\pi\frac{x}{a}\sin\pi\frac{y}{a}\sin\pi\frac{z}{a} + \sin\pi\frac{x}{a}\sin 3\pi\frac{y}{a}\sin\pi\frac{z}{a} + \sin\pi\frac{x}{a}\sin\pi\frac{y}{a}\sin 3\pi\frac{z}{a}$$
$$= 4\sin\pi\frac{x}{a}\sin\pi\frac{y}{a}\sin\pi\frac{z}{a}\left(\cos^2\pi\frac{x}{a} + \cos^2\pi\frac{y}{a} + \cos^2\pi\frac{z}{a} - \frac{3}{4}\right)$$

(avec des valeurs convenables des coefficients), de sorte que Φ s'annule, non-seulement à la surface du cube, mais, en outre, sur la surface

$$\cos^2\pi\frac{x}{a} + \cos^2\pi\frac{y}{a} + \cos^2\pi\frac{z}{a} = \frac{3}{4},$$

surface courbe dont les diamètres parallèles aux axes sont égaux à $\frac{2}{3}a$ (plus grands que dans l'exemple relatif au prisme carré $a^2 c$), tandis que le diamètre suivant la diagonale $x = y = z$ est $\frac{2a}{3}\sqrt{\frac{3}{4}}$. On a ainsi une concamération cubique renfermant une *alvéole* presque sphérique, un peu renflée seulement suivant les diamètres parallèles aux axes. On pourrait obtenir une concamération qui contînt plusieurs alvéoles, renfermant, par exemple, l'une une molécule d'oxygène, l'autre une molécule d'hydrogène. La Chimie, ajoute-t-il, trouvera peut-être son explication dans l'étude des concamérations polyédriques, qui elle-même ne peut se passer de la théorie des nombres; et celle-ci doit être étendue aux formes cubiques des nombres entiers, car les atomes sont combinés en volumes. »

M. Ch. Bontemps adresse, par l'entremise de M. H. Sainte-Claire Deville, une Note sur un « Procédé pour la détermination du point d'arrêt d'un convoi de dépêches dans les tubes pneumatiques ».

Le moyen actuellement employé pour effectuer cette détermination est une simple application de la loi de Mariotte : le tube est mis en communication avec un réservoir contenant un volume d'air connu, sous une pression déterminée; on mesure la pression nouvelle, après que la communication est établie, et on déduit le volume du tube jusqu'au point d'arrêt : cette méthode est, dans la pratique, assez peu précise. Le procédé

employé par l'auteur consiste à produire à l'extrémité libre du tube une onde sonore, par la détonation d'un pistolet; l'onde, réfléchie sur l'obstacle formé par la dépêche arrêtée, vient ébranler une membrane située à cette extrémité libre elle-même; elle donne alors naissance à une deuxième onde qui, après une nouvelle réflexion, produit un nouvel ébranlement. L'intervalle de temps écoulé entre ces deux ébranlements, enregistré électriquement et mesuré en fractions de secondes au moyen d'un trembleur électrique, fait connaître, avec une précision bien supérieure à celle de l'ancienne méthode, la distance de l'obstacle. Au lieu de trois fouilles successives, nécessaires aujourd'hui pour dégager la ligne, il suffit d'une seule fouille avec le procédé actuel.

M. Chasles fait hommage à l'Académie de publications de MM. *Louis Cremona*, *William Spottiswoode* et prince *Boncompagni*, indiquées dans le Bulletin bibliographique de ce jour.

A 6 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 10 mars 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Les insectes. Traité élémentaire d'Entomologie; par M. Girard. Introduction : *Coléoptères*, avec atlas de 60 planches. Paris, 1873, J.-B. Baillière et fils; 1 vol. in-8°, avec atlas.

Exposé des applications de l'électricité; par le comte Th. Du Moncel. T. II, *Technologie électrique*. Paris, Lacroix, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Ed. Becquerel.)

Leçons cliniques sur les principes et la pratique de la Médecine; par John-Hughes Bennett; édition française, revue et considérablement augmentée par l'auteur, traduite sur la 5e édition anglaise et annotée par le Dr P. Lebrun. Paris, G. Masson, 1873; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Claude Bernard.)

Principes d'Électrothérapie; par le Dr E. Cyon. Paris, J.-B. Baillière et fils;

1 vol. in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard et renvoyé au Concours relatif à l'application de l'électricité à la Thérapeutique.)

Traité pratique des maladies de l'estomac; par T. BAYARD; 2e édition. Paris, G. Masson, 1872; 1 vol. in-8°. (Renvoyé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

Traité de Climatologie générale du globe. Études médicales sur tous les climats; par le Dr ARMAND. Paris, G. Masson, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

*Note sur l'*Euphorbia resinifera, *Berg, suivie de quelques considérations sur la Géographie botanique du Maroc; par* le Dr E. COSSON. Gand, C. Annoot-Braeckman, 1871; br. in-8°.

Instructions sur les observations et les collections botaniques à faire dans les voyages; par E. COSSON. Paris, imp. Martinet, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France.*) [Ces deux ouvrages sont présentés par M. Brongniart.]

Étude sur les filtres et sur l'eau des fontaines de Toulouse; par M. le Dr F. GARRIGOU. Toulouse, typ. Bonnal et Gibrac, 1873; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse.*) (Présenté par M. Boussingault.)

Système silurien du centre de la Bohême; par J. BARRANDE; 1re Partie : *Recherches paléontologiques;* supplément au vol. I : *Trilobites, crustacés divers et poissons;* texte et planches. Prague et Paris, chez l'auteur et éditeur, 1872; 2 vol. in-4°.

Reale Istituto d'incoraggiamento. L'acido carbonico del Vesuvio; per Diego FRANCO. Napoli, G. Nobile, 1872; in-4° (Présenté par M. Villarceau).

E. DIAMILLA-MULLER. *Letture scientifiche per il popolo italiano;* Lettura III : *Le Alpi*. Milano, Dumolard; Parigi, Gauthier-Villars, 1873; br. in-12.

Flora italiana, ossia descrizione delle piante, etc., del prof. F. PARLATORE; vol. V, parte prima. Firenze, Lemonnier, 1873; 1 vol. in-8°.

Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der K. K. Akademie der Wissenschaften zu München, 1872, Heft 1, 2, 3. München, F. Straub, 1872; 3 br. in-8°.

Abhandlungen der philosophisch-philologischen Classe der königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Zwölften Bandes, dritte abtheilung; Eilften Bandes, erste abtheilung. München, 1871; 2 vol. in-4°.

Die aufgabe des Chemischen unterrichts gegenüber den anforderungen der

Wissenschaft und Tecknik, etc.; von E. ERLENMEYER. München, 1871; br. in-4°.

Ueber die Geschichtschreibung unter dem kurfürsten Maximilian I, etc.; von J. FRIEDRICH. München, 1872; br. in-4°.

Notulen van de algemeene en Bestuurs-Vergaderingen van het Bataviaasch genootschap van kunsten en wetenschappen; deel X, n°s 1, 2, 3. Batavia, 1872; 3 n^{os} in-8°.

Tijdschrift voor indische Taal-, land-en volkenkunde, etc., onder redaktie van M. W. STORTENBEKER *en* L.-J.-J. MICHIELSEN; deel XVIII, zesde serie; deel I, aflevering 5-6. Batavia, 1868-1872; 2 br. in-8°.

Verhandelingen van het Bataviaasch genootschap van kunsten en Wetenschappen; deel XXXVI. Batavia, 1872; gr. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 17 mars 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Observations sur les bulbes du Lis (Lilium, Tour.); *par* M. P. DUCHARTRE; 1er Mémoire relatif au *Lilium Thomsonianum,* Lindl. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles.*)

Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France et des actes officiels de l'Administration sanitaire, publié par ordre de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. II, avec deux cartes. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1873; 1 vol. in-8°.

Description et carte géologique du massif de Milianah; par A. POMEL. Paris, Savy, 1873; br. in-8°, avec carte.

Étude expérimentale et clinique sur l'alcoolisme. Alcool et absinthe. Épilepsie absinthique; par le Dr MAGNAN. Paris, Renou et Maulde.

Recherches de Physiologie pathologique avec l'alcool et l'essence d'absinthe. Épilepsie; par M. MAGNAN. Paris, V. Masson, sans date; br. in-8°. (Ces deux ouvrages sont présentés par M. Cl. Bernard pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

De la névropathie cérébro-cardiaque; par le Dr M. KRISHABER. Paris, G. Masson, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse; 6e année, 1871-1872, 2e fascicule. Paris, Savy, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers et du département de Maine-et-Loire; 36e et 37e années. Angers, Cosnier et Lachèse, 1865-1866; 2 vol. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle et agricole d'Angers et du département de Maine-et-Loire; 43e année, 1872, janvier à juin. Angers, Lachèse, Belleuvre et Dolbeau, 1872; in-8°.

Mémoire sur la préparation de l'acide chromique par le chromate de baryte et l'acide nitrique; par E. DUVILLIER. Lille, imp. L. Danel, sans date; br. in-8°.

Société des amis des Sciences naturelles de Rouen; 8e année, 1872, 1er semestre. Rouen, Deshays et Cie, 1872; in-8°.

Etudes faites dans la collection de l'École des Mines sur des fossiles nouveaux ou mal connus, publiées par F. BAYAN. Paris, F. Savy, 1873; in-4°.

De la législation et du système de l'univers; par A. PIERRECIOT. Paris, Régis-Ruffet, 1873; br. in-8°.

GIOVANNI PLANA. *Elogio storico letto da Elie de Beaumont, traduzione* DIAMILLA-MULLER. Torino, tip. C. Favale, 1873; br. in-8°.

Determinazione novella della latitudine del R. Osservatorio di Capodimonte mediante le differenze di distanze zenitale meridiane di 52 coppie di stelle osservate durante l'anno 1871; Memoria di E. FERGOLA, Napoli, stamp. del Fibreno, 1873; in-4°.

De infesta Romanorvm in Græcos æmvlatione disservit Th. VALLAVRIUS. Augustæ Tavrinorvm, 1873; br. in-8°.

Elementi di Geometria projettiva di L. CREMONA, *ad uso degli istituti tecnici del regno d'Italia;* v. I (testo-figure). G.-B. Paravia; Roma, Torino, Milano, Firenze, 1873; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. V, giugno-luglio 1872. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1873; 2 nos in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Sulla distribuzione delle protuberanze intorno al disco solare e sulle macchie; ottava Comunicazione del P. A. SECCHI. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1873; in-4°.

Remarks on some recent generalizations of Algebra; by W. SPOTTISWOODE. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extracted from the *Proceedings of the London mathematical Society.*) [Présenté par M. Chasles.]

On the contact of surfaces; by W. SPOTTISWOODE. Sans lieu ni date; br. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

The practical Magazine: an illustrated cyclopædia of industrial news, inventions and improvements, etc.; march 1873. London, 1873; in-4°.

Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft; VIII Jahrgang, erstes Heft (Januar 1873). Leipzig, 1873; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 MARS 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Note sur quelques points de la théorie des cyclones solaires, en réponse à une critique de M.* Vicaire; par M. Faye.

« M. Vicaire a émis, lundi dernier, des objections dont j'ai dû me préoccuper et au sujet desquelles je m'empresse de donner quelques explications, sans attendre que l'auteur ait exposé lui-même la théorie qu'il nous annonce. Il en a déjà indiqué quelques traits l'an passé (*Comptes rendus* du 26 août 1872): d'après lui il faudrait revenir à l'ancienne hypothèse de Wilson abandonnée aujourd'hui par tout le monde, et considérer de nouveau le Soleil comme étant formé d'un noyau relativement froid et obscur et d'une enveloppe gazeuse où serait la véritable source de la chaleur solaire. Il y ajoute de son chef cette idée qu'une partie de l'excès de la chaleur de cette couche, chaleur qui fournit seule à la radiation externe, serait consommée à l'intérieur par la vaporisation incessante de la surface liquide du noyau, de manière à ne pas élever la température de ce noyau; celui-ci resterait ainsi indéfiniment froid et obscur tout en étant renfermé dans une enceinte à température beaucoup plus élevée. Que si l'on demande pourquoi ces couches liquides du noyau ne sont pas depuis longtemps vaporisées, l'auteur répond que le Soleil, du moins dans son état actuel, n'existe pas depuis bien longtemps; il fera voir que le susdit état (le noyau

liquide et froid entouré d'une atmosphère incandescente) ne remonte pas au delà des périodes géologiques les plus récentes (1).

» Quant à ma théorie, l'auteur pense avoir démontré que les cyclones n'expliquent ni la figure générale des taches 1), ni l'obscurité de leurs noyaux 2), ni celle des espaces qui séparent les granulations de la photosphère 3), ni la distribution des taches en zones parallèles à l'équateur 4); que l'on ne doit pas attribuer à la photosphère, mais, en partie du moins, aux taches elles-mêmes les mouvements généraux observés à la surface du Soleil 5); que les cyclones solaires seraient incapables de produire, soit les grandes dénivellations qu'on leur attribue 6), soit la vitesse énorme des éruptions hydrogénées 7), soit même les faits de simple segmentation 8). Tels sont effectivement les phénomènes des taches sur lesquels j'ai moi-même appelé l'attention; l'auteur annonce qu'il les expliquera de la manière la plus satisfaisante au moyen de la susdite hypothèse de Wilson.

» 1) La première critique est basée sur ce que M. Vicaire attribue généralement aux taches des contours déchiquetés et des angles aigus : ces formes irrégulières répugnent en effet à l'idée de cyclones ou de tourbillons. Il y a là une erreur de fait; je ne puis qu'engager M. Vicaire à parcourir les 165 planches où M. Carrington a dessiné jour par jour les 954 groupes de taches qu'il a observées, ou même une simple collection de photographies solaires, ou mieux encore à suivre les taches sur le Soleil pendant quelques semaines : il y verra que la forme circulaire est largement prédominante; c'est le fond même du phénomène, tandis que les contours irréguliers, aigus ou déchiquetés, que l'on reproduit volontiers dans certaines publications (2) à cause de leur singularité même, indiquent constamment une segmentation en train de s'accomplir ou une décomposition finale de la tache appelée à se dissoudre. Ce sont des phénomènes transitoires.

(1) Il est bon de remarquer incidemment que la distinction que fait l'auteur entre la phase actuelle du Soleil et la phase précédente (pendant laquelle les planètes ont été formées successivement aux dépens de cet astre et, en particulier, longtemps après la Terre Vénus, puis enfin Mercure) n'a aucun rapport avec l'hypothèse de Wilson : elle a été précisée par moi, sous le rapport physique, il y a quelques années, comme conséquence de vues diamétralement opposées à cette hypothèse. En outre l'attention de l'Académie a déjà été appelée sur certaines grandes questions géologiques qui se rattachent plus ou moins nettement à cette distinction des phases solaires, c'est-à-dire sur le rôle que le Soleil, non encore complètement parvenu à son état actuel, a pu et dû jouer dans les premières et surtout dans les moyennes périodes géologiques (Mémoire du Dr Blandet).

(2) De même on exagère dans certains dessins l'intensité de la pénombre près du noyau, au point de lui donner l'éclat même de la photosphère. De là l'idée erronée que l'on se fait des taches quand on en juge par ces dessins.

» Il y a plus, quand une tache se segmente (et elle se segmente parce qu'elle rencontre des obstacles locaux qui peuvent bien souvent se borner à en altérer passagèrement les contours), la première chose que font les segments c'est, à mesure qu'ils se séparent et s'isolent, de prendre la forme circulaire. Ces faits sont si familiers à tous ceux qui s'occupent du Soleil, que je n'avais pas songé qu'il fallût les établir de nouveau devant l'Académie. Le P. Secchi, dans sa récente théorie, n'a pas manqué de tenir compte de ce trait constant de la figure des taches, en disant :

« Questa massa informa da principio si viene poco a poco regolarizzando e prendendo una forma circolare.... »

» 2) Pour prouver que les cyclones ne peuvent expliquer l'obscurité des taches, M. Vicaire compare le trajet parcouru dans l'atmosphère par les rayons venant de l'extrême bord du disque avec le trajet *bien moindre*, selon lui, des rayons venus du fond des taches; et comme l'extinction dans le second cas est néanmoins beaucoup plus forte, il en conclut que les gaz des taches ne sauraient provenir de l'enveloppe solaire.

» A ces aperçus il suffit d'opposer les données physiques de la question. Ce que M. Vicaire nomme l'atmosphère du Soleil se compose principalement de deux couches très-différentes : 1° une couche absorbante, composée des vapeurs de tous les matériaux reconnus spectralement dans le Soleil; cette couche est si mince et probablement si variable, que son existence, délicate à constater, a été longtemps méconnue; 2° une enveloppe bien plus épaisse, mais généralement perméable pour presque tous les rayons; cette couche, principalement formée d'hydrogène, est la chromosphère dans le sein de laquelle les éruptions injectent passagèrement des matériaux plus absorbants de la première couche ou de même nature qu'eux. L'extinction produite par ces deux couches, et surtout par la première, est sensible sur les bords; mais, très-près du bord, elle croît rapidement. De quel point entend parler ici M. Vicaire? S'il s'agit du bord même, je dirai que l'extinction n'est pas aussi faible qu'il le croit, car elle va jusqu'à ôter de la précision au contour du disque solaire : elle y supprime presque en totalité les rayons rasants (1). Il est du reste actuellement impossible de calculer la longueur du trajet des rayons lumineux dans cette première couche, la plus efficace.

» Voilà donc l'un des termes de la comparaison géométrique établie par M. Vicaire. Quant aux taches, l'action aspirante du cyclone s'exerce à la fois sur les deux couches et entraîne à l'intérieur un mélange toujours

(1) Suppression relative, bien entendu, à l'état de notre œil et à l'éclat général du champ de la vision.

renouvelé de leurs matériaux, matériaux complexes de la première, hydrogène refroidi de la seconde. Ce mélange pénètre en se condensant dans le cyclone : à $\frac{1}{2}$ rayon terrestre (profondeur moyenne du bord inférieur de la pénombre) on peut juger du degré d'absorption. J'ignore jusqu'où va la profondeur totale, mais j'ai vu là, avec tous les spectroscopistes, des éléments d'absorption bien suffisants pour rendre compte de l'obscurité relative des noyaux, sans recourir à l'hypothèse de matériaux autres que ceux dont nous constatons la présence autour du Soleil. Cet appel, cet afflux, cette condensation progressive dans le sens d'une longue colonne verticale de plus d'un rayon et même de plus d'un diamètre terrestre (1), me paraît donc incomparablement plus efficace pour l'extinction que l'état normal des mêmes matériaux, état où la couche la plus absorbante est disséminée sur une grande surface, et en contact continuel avec une photosphère incandescente.

» Tel est l'état réel de la question. Pour M. Vicaire, au contraire, elle se réduirait à comparer la profondeur des taches avec l'épaisseur de la chromosphère prise sur les bords, et à supposer que l'extinction dépend uniquement de ces éléments linéaires.

» 3) La troisième critique est plus délicate : il s'agit des interstices obscurs qui séparent les granulations lumineuses de la photosphère. M. Vicaire a bien raison de dire que le même argument qui s'applique au noir des taches s'applique à ces intervalles obscurs entre des amas brillants dont il ne faudrait pas s'exagérer la petitesse (trois ou quatre de ces grains de riz suffiraient à couvrir la surface entière de la France); mais aussi la même explication qui rend compte si simplement de l'obscurité des taches rend compte aussi de l'obscurité de ces interstices ou de ces pores. L'activité tourbillonnaire qui est, à mon avis, le phénomène le plus général de la photosphère, après celui qui en constitue la formation et en règle l'entretien, n'est représentée par les taches qu'à titre exceptionnel, à titre de manifestation plus aisément visible que les autres. Partout à la surface existent des tourbillons moins visibles sous forme de pores, sortes de petits points noirs très-grands en réalité, qui parfois deviennent plus aisément visibles pour nous et prennent alors le nom de taches. Lorsque les amas lumineux se forment par voie de condensation sur la photosphère, dans la couche la plus froide, il y a appel presque subit et en tous sens du milieu gazeux ambiant et du milieu gazeux supérieur, et production de mouvements tourbillonnaires qui font pénétrer jusqu'à une certaine profondeur les

(1) J'en juge par la profondeur de la pénombre que j'ai mesurée, et par l'étroitesse du noyau de Dawes, situé évidemment bien au-dessous du noyau ordinaire.

matériaux hydrogénés et refroidis de la chromosphère. C'est ainsi que j'ai rendu compte de la circulation de l'hydrogène dans les régions où il n'y a jamais de taches proprement dites, mais où l'on voit de nombreux pores qui sont autant de petites taches à cratère obscur.

» 4) La quatrième critique concerne la distribution des taches. J'ai montré que cette distribution peut et doit se rattacher à la loi de rotation que j'avais fait connaître antérieurement. M. Vicaire, pour prouver que les cyclones ne donnent rien de satisfaisant à cet égard, se sert des difficultés que je me suis opposées moi-même afin de bien faire voir que je ne donnais pas l'expression du maximum des taches comme rigoureuse. C'est en effet moi qui ai montré que ce maximum tombait réellement, à une certaine époque, vers 22 degrés et non vers 28 degrés comme le donnait ma formule, et qu'il s'était plus tard rapproché encore de l'équateur. Il s'agissait donc uniquement de faire voir qu'il peut et qu'il doit exister quelque relation mathématique entre la distribution héliographique des taches (*une* des manifestations de l'activité tourbillonnaire) et le mode tout spécial de la rotation du Soleil, en laissant à l'avenir le soin de la préciser, ce dont nous nous occupons, M. Roche et moi. Or la seule possibilité, le seul soupçon d'une liaison pareille est absolument étranger aux autres théories telles que celles de M. Kirchhoff ou du P. Secchi ; j'en dirai autant et même plus encore de celle de Wilson si M. Vicaire ne donnait lieu de croire qu'il a pleine satisfaction à cet égard, c'est-à-dire qu'il a réussi à expliquer, dans cette hypothèse, bien plus rigoureusement que moi dans ma théorie, la distribution héliographique des taches solaires.

» 5) La cinquième consiste en ce que M. Vicaire a des raisons de croire que la photosphère a un mouvement moindre que les taches, ce qui affaiblirait la cause des tourbillonnements. Mes raisons de croire le contraire consistent simplement dans l'étude et la discussion minutieuses de sept années d'observations faites avec le plus grand soin par M. Carrington. J'en ai conclu, en dehors de toute idée préconçue, que les taches, entraînées par les courants de la photosphère, ne possédaient en propre que de très-petits mouvements oscillatoires parfaitement insignifiants en comparaison du mouvement d'ensemble dû à la rotation spéciale du Soleil. Je ne vois qu'un seul moyen de contester cette conclusion basée sur des faits et des calculs depuis longtemps publiés et approuvée, je crois, par tous les astronomes, ce serait de reprendre la discussion des observations et d'en tirer le contraire de ce que j'y ai trouvé. Comme M. Vicaire n'a pas suivi cette voie, je pense que les raisons dont il parle doivent être puisées dans quelque manière de voir particulière et non dans les faits.

» Mais je dois rectifier ce qu'il y a de trop personnel dans les expressions

dont je viens de me servir. La découverte du mode de rotation spécial de la photosphère est due à M. Carrington, et cette découverte, qui a obtenu l'assentiment des astronomes, est au-dessus de toute contestation. Les hypothèses doivent s'y plier et non elle aux hypothèses. Ma part consiste à en avoir donné la véritable loi mathématique, d'où j'ai pu tirer l'expression analytique de la longitude des taches dans le cas général, tandis que les formules empiriques proposées par M. Carrington et par d'autres astronomes (sauf celle de M. Zœllner, qui a été conduit par des vues théoriques qui lui sont propres à modifier ma formule par le facteur sécλ) ne se prêtent à aucun usage mathématique, car elles ne satisfont même pas à la loi de continuité.

» 6) Que sont, dit M. Vicaire en terminant une argumentation destinée à prouver que l'activité tourbillonnaire du Soleil doit être bien moindre que celle de la Terre, que sont les dépressions produites par les cyclones terrestres? Quelques millimètres de mercure, une petite fraction du poids de notre atmosphère, tandis que l'action des cyclones solaires devrait refouler les courants ascendants (1), déprimer les surfaces de niveau de la photosphère d'une quantité souvent supérieure au rayon de la Terre.

» Sans aucun doute, ce sont là des effets considérables que je me permets d'attribuer à l'activité mécanique de ces cyclones; mais aussi les masses qui y interviennent avec des vitesses très-sensibles sont gigantesques et ne rencontrent pas de noyau solide ou liquide qui les gêne. Dans son examen M. Vicaire a oublié d'en tenir compte; il a omis entièrement cette chromosphère qui, sur une épaisseur de 1800 lieues et une superficie souvent bien plus grande que celle de la Terre, s'engouffre dans ces immenses tourbillons en transformant sans cesse en mouvements gyratoires les vitesses relatives de matériaux appelés de si loin. Ce phénomène grandiose, — je parle de l'engouffrement de la chromosphère, — s'observe journellement sur le Soleil. Suffira-t-il, pour donner une idée tangible de la puissance mécanique de ces tourbillons, de montrer à mon savant critique qu'aux dépressions de la chromosphère de plus d'un rayon terrestre qu'il juge inadmissibles répondent juste au-dessus, précisément dans l'axe du

(1) Ce refoulement latéral n'exige pas du tout une grande puissance mécanique; il ne faut pas confondre ces courants d'alimentation de la photosphère, qui s'opèrent de couche en couche à mesure que l'équilibre passagèrement troublé de chacune d'elles tend à se rétablir, et qui ne donnent lieu à aucun jaillissement perceptible au-dessus de la photosphère, avec les éruptions volcaniques de Wilson ou les explosions du noyau liquide indiquées par M. Vicaire, ni même avec les courants plus réels qui ramènent à la surface l'hydrogène aspiré en haut par les cyclones.

cyclone, d'autres dépressions encore plus grandes, mais que l'on ne saurait nier, attendu que celles-là se voient et se mesurent? Voici les résultats de l'observation spectroscopique résumés et formulés par M. Respighi :

« 1° Nella località delle macchie lo strato rosato è assai basso, molto regolare e lucidissimo.

« 2° Sul posto preciso delle macchie, o piuttosto sul nucleo delle medesime, lo strato rosato è bassissimo e forse totalmente mancante (1). »

» Que l'on discute encore sur la cavité des taches, sur les dépressions de la photosphère, soit : le phénomène n'est pleinement saisissable que par le raisonnement et n'est mesurable que d'une manière indirecte ; mais ici il s'agit d'une dépression de 8 à 10″ (plus d'un rayon terrestre) parfaitement visible et directement mesurable avec un micromètre, juste au-dessus de l'appareil mécanique aspirateur et, je dirai plus, centré sur son axe. Quelle meilleure réponse pourrais-je faire à M. Vicaire que de lui montrer, à côté de la cause, un effet précisément du même ordre que ceux qu'il lui conteste à cause de leur grandeur? »

» 7) La septième critique porte sur l'énorme vitesse de projection des éruptions hydrogénées. C'est un point dont j'ai plus d'une fois entretenu l'Académie, et sur lequel j'aurais peut-être dû revenir à l'occasion de la circulation de l'hydrogène solaire. Si telle est la force, dit M. Vicaire en parlant de l'étonnante vitesse des éruptions au-dessus de la chromosphère, avec laquelle cet hydrogène tend à remonter, telle est aussi la force à vaincre pour le refouler dans le bas. — Il n'en est pas ainsi et pour deux raisons, que j'ai exposées à diverses époques tout au long et qu'il me suffira ici de rappeler. En premier lieu, l'hydrogène se réchauffe en bas du cyclone qui l'a fait pénétrer et finalement se disperser dans les couches profondes; il emprunte par conséquent à la chaleur de ces couches une force d'ascension qui s'ajoute à celle que le tourbillon a dû dépenser pour l'entraîner en bas. En second lieu, lorsque l'hydrogène déjà raréfié s'élance, en se dilatant énormément, dans l'espace presque vide qui surmonte la photosphère, il subit l'action répulsive du Soleil tout aussi bien que les matériaux les plus légers de toutes les comètes et, en particulier, de la comète de 1843 qui a passé juste dans les mêmes régions où se forment les protubérances. Autrement on ne comprendrait pas, même avec les explosions internes du noyau liquide auxquelles paraît songer M. Vicaire, l'énorme vélocité de ces jets d'hydrogène s'élevant parfois en

(1) Et pourtant l'absorption y est énorme! Cf. *Sulle osservazioni spettroscopiche...* del Pr L. Respighi, Roma, 1871, p. 25 (Estr. dagli *Atti della R. Acc. dei Lincei*).

peu de temps à près de vingt fois le diamètre de la Terre. On comprendrait moins encore que ces jets se dépouillassent en chemin de leurs parties les plus denses, c'est-à-dire de celles dont le mouvement de projection devrait se conserver le mieux dans le milieu coronal, car la densité de ce dernier est comparable à celle de l'hydrogène excessivement raréfié que l'on voit y planer par moments.

» L'intervention de cette force répulsive, dont l'existence a été mise hors de doute par les travaux de Bessel, et dont je pense avoir fait connaître par les miens la véritable nature, sinon la véritable origine, n'est pas imaginée pour les besoins de la cause actuelle : je l'ai signalée, dans cet ordre même de phénomènes, bien longtemps avant de m'être arrêté à l'idée des cyclones. On sait que cette force qui se manifeste par des effets gigantesques partout où il se trouve, autour du Soleil, près ou loin, de la matière réduite à une extrême ténuité, est sans effet sensible sur les matières denses, tandis que, sur la matière raréfiée, elle peut non-seulement contrebalancer, mais dépasser momentanément, *et de beaucoup*, les effets de l'attraction solaire. En résumé, l'hydrogène chaud et mêlé de vapeurs métalliques très-denses s'élève au-dessus de la chromosphère avec une vitesse de projection uniquement due à la profondeur du trajet souterrain qu'il a exécuté; mais, en se dilatant au-dessus de la chromosphère, il est saisi par la force répulsive, abandonne à la seule gravité les matériaux bien plus denses qu'il a entraînés, et s'élève rapidement jusqu'à ce que le froid de l'espace l'ait condensé et rendu à son tour moins sensible à l'action de cette force. Alors il retombe avec lenteur sous l'influence de la gravité qui reprend peu à peu sa prépondérance. On peut même, en suivant cette action jusque dans les détails, chercher, non sans succès, à s'expliquer les formes si capricieuses que présentent ces jets, et en particulier la forme en *f*, c'est-à-dire leurs inflexions si peu compréhensibles si l'on s'en tient à la seule pesanteur.

» 8) Mais, dit M. Vicaire, à ma grande surprise, ce qui est peut-être le plus nettement contraire à la théorie de M. Faye, ce sont les phénomènes de segmentation! — C'est là au contraire, dirai-je à mon tour, une des preuves les plus frappantes en faveur de cette théorie et, en outre, le fait le plus incompatible avec toutes les autres. M. Vicaire s'en apercevra bien s'il tente jamais de l'expliquer par la sienne. Son unique argument a déjà été présenté par le P. Secchi et j'y ai déjà répondu (*Comptes rendus*, p. 395). Il me suffira donc de rappeler ici que le mince filet qui apparaît entre deux cyclones, dans le cours de la segmentation d'un cyclone primitif, ne s'y maintient pas toujours, et que s'il réussit souvent à se maintenir et à se

développer, c'est qu'il se forme tout d'abord, non pas à la surface du Soleil et à l'orifice des tourbillons, mais, comme l'observation le montre, à une grande profondeur (au niveau de l'orifice inférieur de la pénombre), là où les cônes tourbillonnaires sont bien plus étroits et tout à fait séparés. Ceux-ci tendent d'ailleurs à s'écarter de plus en plus l'un de l'autre, non pas du tout par un saut brusque comme le croit M. Vicaire, mais d'un mouvement continu plus marqué chez le tourbillon secondaire, en sorte que l'action dont parle M. Vicaire, tout en l'exagérant beaucoup, va bien vite, si elle est sensible, en décroissant. Le phénomène auquel j'ai donné le nom de segmentation, en vertu duquel une même tache donne naissance, en se décomposant sans se détruire elle-même, à des individus identiques à la première, comme par une sorte d'opération vitale, a son analogue frappant sur notre globe dans la segmentation des cyclones atmosphériques qui se décomposent aussi en d'autres cyclones complets et semblables au premier, mais bientôt indépendants. Ce phénomène, dis-je, si fréquent à la fois sur le Soleil et dans notre atmosphère, est un des arguments les plus frappants que je puisse invoquer (1). »

THERMOCHIMIE. — *Sur la constitution des hydracides dissous et sur les réactions inverses qu'ils exercent;* par M. BERTHELOT.

« 1. Quelle est la constitution véritable des liquides résultant de l'union des hydracides avec l'eau et quelle en est l'influence sur leurs réactions chimiques, c'est ce que je vais examiner à l'aide de diverses épreuves.

» Les *chaleurs de dilution* fournissent un premier ordre d'indications; leur accroissement progressif avec la proportion d'eau correspond à l'existence de certains hydrates définis, incomplétement formés dans les liqueurs très-concentrées et dont la production s'achève par l'addition de l'eau. Les changements mêmes que l'on observe dans la loi de courbure de la ligne qui représente les quantités de chaleur déterminées par expérience signalent la formation d'un groupe d'hydrates définis, dont la composition serait voisine des rapports

$$HCl + 8H^2O^2,\quad HBr + 4H^2O^2,\quad HI + 4H^2O^2.$$

» 2. On peut en confirmer l'existence par des épreuves plus décisives,

(1) *Voir* la comparaison des deux phénomènes dans ma Note sur l'oscillation elliptique des cyclones solaires (*Comptes rendus* de la séance du 3 mars dernier).

tirées de l'étude de la *tension des hydracides anhydres* dans leurs dissolutions. Il suffit de chercher s'il existe quelque limite de composition, au-dessous de laquelle les hydracides cessent d'être entraînés en proportion notable dans un courant gazeux. A cette fin, j'ai dirigé un courant lent d'acide carbonique à travers diverses solutions d'hydracide, puis je l'ai fait passer dans une solution d'azotate d'argent. La limite répond à peu près, vers 12 degrés, aux compositions suivantes :

$$HCl + 6{,}5H^2O^2; \quad HBr + 4{,}2H^2O; \quad HI + 4{,}7H^2O^2.$$

Ces compositions concordent avec les essais antérieurs de M. Bineau et les expériences plus précises de MM. Roscoë et Dittmar. Cependant elles ne présentent pas la fixité absolue d'une combinaison définie, les hydracides continuant encore à être entraînés au delà de ces proportions, bien qu'en faible quantité. C'est seulement au delà de 8 à $9H^2O^2$ que l'acide chlorhydrique volatilisé dans le courant gazeux cesse d'agir d'une manière appréciable sur l'azotate d'argent. Avec les deux autres hydracides la limite qui sépare un entraînement faible d'un entraînement insensible est beaucoup plus resserrée.

» Ces limites et ces différences répondent à la marche distincte des trois courbes thermiques, et j'aurai occasion de les invoquer plus tard, lorsque j'aborderai l'interprétation des déplacements réciproques entre les trois hydracides, dans leurs sels alcalins.

» Les limites précédentes changent un peu avec la température et la pression, d'après les expériences de MM. Roscoë et Dittmar. La pression étant modifiée depuis $0^m{,}05$ jusqu'à $2^m{,}50$, la composition du mélange invariable qui distille à température fixe, sous une pression donnée, change seulement de $HCl + 6{,}7H^2O^2$ à $+ 9{,}3H^2O^2$. Les mélanges bromhydriques qui bouillent de 16 à 153 degrés, chacun à une température fixe mais sous une pression différente, changent de $HBr + 4{,}2H^2O^2$ à $5H^2O^2$; les mélanges iodhydriques qui bouillent de 15 à 127 degrés changent de $HI + 4{,}7H^2O^2$ à $5{,}5H^2O^2$.

» Des variations aussi peu étendues s'accordent fort bien avec l'existence de certains hydrates définis, deux au moins, dont l'un serait stable; tandis que l'autre, le moins hydraté et le moins abondant, serait à l'état de dissociation partielle et variable avec la température. Les derniers indices de cette dissociation, en présence d'une proportion d'eau croissante, seraient plus sensibles par voie d'entraînement que par ébullition, parce que le premier procédé manifeste des tensions bien plus faibles.

» C'est d'ailleurs l'hydracide anhydre, et non quelque hydrate défini, qui se volatilise au-dessous de la limite de stabilité ; car le gaz bromhydrique saturé de vapeur d'eau fournit la même chaleur de dissolution que le gaz parfaitement desséché, ce qui prouve qu'il ne renferme pas la vapeur d'un hydrate déjà formé.

» 3. Les solutions concentrées contiennent donc de l'*hydracide anhydre*, dont la *proportion*, à une température donnée, peut se déduire (en négligeant la dissociation) d'après la composition des liqueurs invariables. De telles solutions sont en réalité un mélange d'un ou de deux hydrates, avec l'hydracide anhydre simplement dissous, c'est-à-dire liquéfié dans ces hydrates. J'ai tâché de calculer la chaleur que l'hydracide liquéfié dégage en s'unissant ensuite avec un grand excès d'eau ; le calcul peut être fait approximativement en comparant la solution stable, qui distille sans altération à la température ordinaire, avec la solution saturée à la même température, dans laquelle l'hydracide anhydre fait équilibre à la pression atmosphérique : c'est à cette dernière qu'il convient de s'adresser, à mon avis, attendu que, dans les solutions plus diluées, l'action réciproque entre l'hydracide liquéfié et ses hydrates a déjà lieu avec diminution de tension et dégagement de chaleur. Ceci posé, je déduis de mes expériences thermiques que

HCl (liquéfié par dissolution) + une grande quantité d'eau, dégage environ			+ 6,3 cal
HBr	—	—	+ 8,6
HI	—	—	+ 7,3

» Ces valeurs, que je donne sous toutes réserves, à cause des hypothèses faites pour les obtenir, méritent cependant d'être remarquées, en raison de leur rapprochement numérique et parce qu'elles sont à peu près les mêmes que les chaleurs de dilution des acides azotique (+ 7,7) et sulfurique (+ 8,4). Les hydracides liquéfiés dans les conditions ci-dessus, c'est-à-dire en raison de l'abaissement physique de leur tension gazeuse produit par l'action de l'eau, seraient donc comparables aux acides sulfurique et azotique concentrés : conclusion conforme aux réactions chimiques de ces divers acides.

» 4. La *précipitation des chlorures alcalins dissous* par l'acide chlorhydrique concentré peut également servir à contrôler l'état d'hydratation de ce dernier liquide. En effet, j'ai cherché quelle devait être la composition d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique, pour qu'une petite quantité de cette liqueur déterminât un précipité dans un volume notable d'une

solution saturée à froid de chlorure de potassium. Cette limite répond à peu près à $HCl + 7,5H^2O^2$. Elle varie d'ailleurs avec la température, comme la solubilité elle-même. Un acide plus étendu cesse complétement de précipiter, quelle qu'en soit la proportion relative.

» En d'autres termes, les choses se passent comme si un acide plus concentré enlevait à la dissolution du sel l'eau nécessaire pour se constituer à l'état d'hydrate stable. Le sel ne trouvant plus l'eau nécessaire à sa dissolution, et étant d'ailleurs insoluble dans l'hydrate chlorhydrique qui prend naissance, comme l'expérience directe le prouve, est obligé de se précipiter dans la proportion correspondant à l'eau enlevée.

» Avec le chlorure de sodium, la limite répond à $HCl + 6H^2O^2$ environ. Avec le chlorhydrate d'ammoniaque on trouve $HCl + 5H^2O^2$; limite un peu plus basse, à cause de la solubilité très-sensible du sel ammoniac dans les solutions chlorhydriques concentrées. Cette même circonstance intervient lorsqu'on précipite l'iodure de potassium par l'acide iodhydrique, sans changer pourtant le sens général du phénomène.

» Avec le chlorure de baryum au contraire, la limite répond à

$$HCl + 9H^2O^2.$$

Elle est un peu plus reculée qu'avec les sels alcalins; peut-être parce qu'elle répondrait de préférence à un équilibre entre un hydrate chlorhydrique plus hydraté et l'hydrate connu du chlorure de baryum.

» En résumé, les expériences de précipitation concourent, avec les expériences de tension et celles de calorimétrie, pour établir l'existence d'une certaine quantité d'hydracide anhydre dans les solutions concentrées, et elles fournissent une méthode nouvelle, d'une discussion délicate à la vérité, pour rechercher l'état véritable d'hydratation des corps dissous.

» 5. Si j'ai attaché tant d'importance à l'étude de la constitution des hydracides dissous, c'est qu'elle me paraît jouer un grand rôle dans les réactions chimiques, et spécialement dans celles qui changent de signe avec la concentration des liqueurs.

» Telles sont la *préparation de l'hydrogène sulfuré au moyen du sulfure d'antimoine et de l'acide chlorhydrique*, et la *précipitation inverse* du sulfure d'antimoine dans une solution chlorhydrique de chlorure d'antimoine. J'ai cherché la limite de composition de l'acide qui répond au renversement des réactions : c'est $HCl + 6H^2O^2$, à la température ordinaire. Un acide un peu plus concentré attaque le sulfure d'antimoine naturel avec dégagement d'hydrogène sulfuré; mais il suffit d'ajouter à la liqueur (qui

retient un peu d'hydrogène sulfuré dissous) assez d'eau pour dépasser cette limite de composition, et le précipité orangé de sulfure d'antimoine apparaît aussitôt. C'est une jolie expérience de cours. A la limite même, le sulfure naturel, mis en présence de la liqueur acide, se recouvre au bout de quelques heures d'une couche floconneuse de sulfure d'antimoine, dissous puis reprécipité, par suite d'un commencement d'attaque réalisé par places et renversé presque aussitôt, en raison d'un léger changement dans les conditions. Cette limite, $HCl + 6H^2O^2$, qui répond à peu près à l'hydrate stable défini par les tensions, est modifiée dans le même sens par une élévation de température.

» En d'autres termes, c'est l'hydracide anhydre qui attaque le sulfure d'antimoine, à l'exclusion des hydrates stables d'hydracide; en présence de ceux-ci, au contraire, le sulfure d'antimoine se régénère.

» L'action de l'hydracide concentré sur le sulfure naturel est accompagnée par un refroidissement notable, d'après mes observations; mais ce phénomène est dû à la production d'un corps gazeux, l'hydrogène sulfuré. En effet, la quantité de chaleur absorbée est inférieure à la chaleur de dissolution de ce dernier gaz : le phénomène rapporté aux corps dissous, c'est-à-dire aux conditions mêmes dans lesquelles a lieu l'attaque du sulfure d'antimoine par l'acide chlorhydrique concentré, est donc en réalité exothermique. S'il change de signe thermique apparent, c'est en raison de la vaporisation de l'hydrogène sulfuré, c'est-à-dire d'un effet physique, endothermique et consécutif. Mais j'ai trouvé au contraire que la chaleur dégagée pendant l'attaque du sulfure d'antimoine par l'acide concentré, avec formation d'hydrogène sulfuré dissous, est moindre que la chaleur produite dans la formation des hydrates stables d'hydracide au moyen de l'eau et de l'hydracide anhydre. Il résulte de là que le moment où la réaction cesse et même se renverse est celui où il n'existe plus d'acide anhydre dans les liqueurs. Il en résulte encore que les actions inverses sont toutes deux exothermiques, parce qu'elles s'exercent entre des composés différents.

» 6. La même interprétation s'applique aux *actions réductrices exercées par l'acide iodhydrique*. L'acide en solution saturée, d'après mes expériences sur une *méthode universelle pour réduire et saturer d'hydrogène les composés organiques*, produit des réactions bien plus intenses que l'acide étendu et qui sont corrélatives avec les chaleurs dégagées (1). Nous

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XX, p. 463.

sommes maintenant en mesure de préciser davantage. En effet, il résulte des faits que j'expose en ce moment que les actions réductrices les plus énergiques sont produites seulement par l'hydracide anhydre, et en vertu de l'excès d'énergie qu'il possède par rapport à ses hydrates définis. Ce n'est pas la chaleur de dilution, prise en bloc et d'une manière vague, qui intervient ici; mais, je le répète, la chaleur qui répond à la transformation de l'acide anhydre contenu dans les liqueurs en de certains hydrates stables. Cette circonstance explique la puissance inattendue du nouveau réactif. Si l'acide distillé est bien moins efficace, c'est précisément parce qu'il ne renferme plus d'hydracide anhydre, en raison des conditions mêmes de sa préparation.

» 7. Même explication pour les *actions inverses de l'acide iodhydrique concentré sur le soufre*, avec formation d'acide sulfhydrique, et *de l'hydrogène sulfuré sur l'iode*, avec formation d'acide iodhydrique, en présence d'une grande quantité d'eau. M. Naumann, ayant étudié avec attention ces réactions inverses, en avait fixé la limite et les avait expliquées par la chaleur de dilution du premier acide, conformément à l'interprétation que j'avais donnée pour les réductions organiques. Les nouvelles recherches que j'expose en ce moment permettent de préciser davantage. Ce n'est pas, je le répète, le simple fait de la dilution prise en bloc qui explique le phénomène. En effet, la réaction

$$HS + I = HI + S$$

entre les acides supposés dissous, en présence d'une grande quantité d'eau, dégage environ 8 calories, chiffre très-supérieur à la chaleur de dilution (4 calories) de l'acide iodhydrique au maximum de concentration. Mais si les deux acides étaient gazeux, la réaction inverse dégagerait au contraire 8 calories à peu près, et elle demeure exothermique si on la calcule pour les deux acides simplement dissous, sans qu'aucun d'eux soit combiné avec l'eau, c'est-à-dire d'après les chiffres donnés quelques pages plus haut.

» Il résulte de ces calculs que le changement du signe thermique, et par suite l'inversion de la réaction, ne peuvent avoir lieu *à priori* que si l'on oppose l'acide iodhydrique anhydre au soufre, pour former de l'hydrogène sulfuré; tandis que l'hydrogène sulfuré attaque l'iode et produit un hydrate stable d'acide iodhydrique en présence d'une grande quantité d'eau. En étudiant ces réactions par expérience, afin de vérifier la théorie précédente, j'ai trouvé que :

» 1° L'attaque du soufre par l'acide iodhydrique concentré est trop lente pour permettre d'en préciser la limite.

» 2° L'acide iodhydrique coloré par un peu d'iode libre n'est pas attaqué par l'hydrogène sulfuré gazeux, tant que la liqueur est plus concentrée que $HI + 7H^2O^2$ (52 pour 100 de HI environ), à la température ordinaire, limite déjà observée par M. Naumann. Elle répond à l'absence totale d'acide anhydre dans les liqueurs, d'après les nombres donnés précédemment; celui-ci ne peut donc exister en présence du soufre précipité.

» 3° Entre 50 et 20 pour 100 d'hydracide, les solutions iodurées soumises à l'influence du gaz sulfhydrique deviennent opaques, d'une teinte foncée, et prennent une odeur spéciale.

» 4° Si la proportion d'eau est encore augmentée, les liqueurs se décolorent, avec dépôt de soufre et changement total de l'iode en acide iodhydrique. Ces phénomènes expliquent la nécessité d'étendre les liqueurs avec beaucoup d'eau, lorsqu'on veut doser l'acide sulfhydrique au moyen de l'iode; ils montrent qu'il se produit divers composés intermédiaires, dont la connaissance serait nécessaire pour une discussion complète; mais le fait principal, c'est-à-dire la limite à laquelle cesse la réaction entre l'acide iodhydrique et le soufre, n'en demeure pas moins fixé vers le même point que la limite de formation d'un hydrate stable, exempt d'acide anhydre, ce qui est une confirmation de ma théorie.

» 8. J'ai fait des expériences analogues et je suis arrivé à des conclusions semblables pour les *réactions de l'acide sulfurique concentré et du gaz sulfureux sur l'acide iodhydrique* concentré, qui change ces corps en hydrogène sulfuré avec dépôt d'iode; réactions opposées à celles de l'iode sur l'acide sulfureux dilué, avec formation d'acide iodhydrique et production d'acide sulfurique étendu. Les calculs thermiques, fondés sur la chaleur de dilution prise en bloc, n'expliquent nullement ce renversement des réactions; tandis qu'ils le font prévoir, dans le cas où l'on oppose, d'une part, l'hydracide anhydre aux deux oxacides privés d'eau, et d'autre part les hydrates stables d'hydracide aux mêmes oxacides étendus d'eau. Sans développer ici ces calculs, je me bornerai à dire que les prévisions auxquelles ils conduisent sont conformes à mes observations.

» En effet, l'acide iodhydrique concentré change l'acide sulfureux en acide sulfhydrique, tant que sa concentration dépasse 52 pour 100, c'est-à-dire $HI + 7H^2O^2$, le phénomène cessant à cette limite, qui est la même que pour l'attaque du soufre. De 50 à 20 pour 100, il y a réaction différente, avec formation de produits complexes. Au-dessous de 20 pour 100,

l'iode est changé de plus en plus nettement en acide iodhydrique. La limite de la première réaction répond donc toujours au voisinage de celle où l'hydracide anhydre cesse d'exister dans les liqueurs.

» En résumé, les dissolutions étendues des hydracides renferment seulement des hydrates définis et stables; tandis que les solutions concentrées contiennent en même temps des hydrates à l'état de dissociation et une certaine proportion d'acide anhydre. De là résultent les phénomènes chimiques contraires produits par ces deux ordres de solutions : les hydracides anhydres effectuant certaines réactions, telles que l'attaque du sulfure d'antimoine, l'hydrogénation des composés organiques, du soufre, de l'acide sulfureux, etc.; tandis que les hydrates d'hydracide sont sans efficacité, ou même produisent les actions inverses. Le renversement des réactions correspond toujours avec celui de leur signe thermique véritable, parce que les hydrates stables d'hydracide développent en moins dans les réactions la chaleur qui a été dégagée au moment de la combinaison réelle entre l'eau et l'hydracide anhydre.

» Ces résultats ne s'appliquent pas seulement aux hydracides dissous, mais aussi aux solutions des alcalis, des sels et des composés chimiques en général, comme je l'établirai ultérieurement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur de nouveaux dérivés du propyle* (suite); par M. Aug. Cahours.

« On sait qu'en faisant agir sur le sublimé corrosif (bichlorure de mercure), un métal appartenant à l'une quelconque des sections supérieures, ce dernier expulse le mercure dont il prend la place en engendrant un chlorure correspondant. On peut, au moyen de cette réaction fort simple, se procurer très-commodément un certain nombre de chlorures volatils, tels que ceux d'étain, d'antimoine, etc.

» Remplace-t-on, dans l'expérience précédente, le chlorure de mercure par le méthide ou l'éthide de ce métal, on obtient des résultats semblables aux précédents, ainsi que nous l'ont appris les recherches de MM. Odling et Buckton d'une part, celles de MM. Franckland et Duppa d'une autre, les premiers ayant appliqué cette méthode à la production de l'aluminium méthyle et de l'aluminium éthyle, les seconds à la formation du zinc amyle.

» *Mercure propyle* ou *propide mercurique*. — En faisant agir sur le propide mercurique des métaux susceptibles d'éliminer le mercure et de

s'y substituer, on pouvait être assuré d'avance d'obtenir, dans la série propylique, des composés analogues à ceux dont nous venons de rappeler la production. L'expérience a pleinement confirmé cette prévision, et l'action de l'aluminium et du zinc, sur le propide mercurique, m'ont en effet permis de réaliser la formation des *propides aluminique* et *zincique*, dont je vais faire connaître la préparation et les propriétés; mais, avant d'aborder cette étude, je résumerai sommairement les résultats fournis par l'action de quelques corps simples et composés sur le propide mercurique, point de départ des présentes recherches.

» L'iode, ainsi que je l'ai dit dans ma précédente Note, agit très-énergiquement sur le propide mercurique. Si pour 1 équivalent de ce dernier on fait intervenir 2 équivalents d'iode, il se sépare de magnifiques écailles nacrées d'*iodure de mercurosopropyle*, dont la formation est accompagnée de celle de l'iodure de propyle. La réaction s'exprime au moyen de l'équation

$$Hg(C^6H^7)^2 + I^2 = Hg(C^6H^7)I + C^6H^7I.$$

» Double-t-on la proportion d'iode, la matière nacrée disparaît et se trouve remplacée par de l'iodure de mercure : tout le propyle passe dans ce cas à l'état d'iodure. En effet l'on a

$$Hg(C^6H^7)^2 + I^4 = Hg\,I^2 + 2(C^6H^7I).$$

» Le brome se comporte avec le propide mercurique de la même manière que l'iode, et donne un produit dont l'apparence est la même.

» Lorsqu'on fait bouillir quelques instants le propide mercurique avec une solution concentrée d'acides chlorhydrique, bromhydrique ou iodhydrique, de l'hydrure de propyle se dégage, et l'on obtient des chlorure, bromure ou iodure de mercurosopropyle, qui se séparent sous la forme d'écailles brillantes. La formation de ces produits s'explique au moyen des équations

$$\begin{aligned} Hg(C^6H^7)^2 + HCl &= Hg(C^6H^7)Cl + C^6H^8,\\ Hg(C^6H^7)^2 + HBr &= Hg(C^6H^7)Br + C^6H^8,\\ Hg(C^6H^7)^2 + HI &= Hg(C^6H^7)I + C^6H^8. \end{aligned}$$

» L'acide sulfurique concentré et l'acide azotique faible attaquent le propide mercurique à l'aide d'une douce chaleur, et donnent naissance à des sels qui cristallisent en belles paillettes d'apparence nacrée.

» L'acide acétique cristallisable réagit promptement en vases clos sur le



propide mercurique à la température du bain-marie. Par le refroidissement, il se dépose de magnifiques tables *d'acétate mercurosopropylique*, il se sépare en même temps de l'hydrure de propyle :

$$Hg(C^6H^7)^2 + \left.\begin{matrix} C^4H^3O^2 \\ H \end{matrix}\right\} O^2 = \left.\begin{matrix} C^4H^3O^2 \\ Hg(C^6H^7) \end{matrix}\right\} O^2 + C^6H^8.$$

» L'oxyde d'argent délayé dans une petite quantité d'eau réagit rapidement à chaud sur l'iodure de mercurosopropyle. On obtient ainsi de l'iodure d'argent qui se dépose et de l'*oxyde de mercurosopropyle* qui se dissout dans l'eau, à laquelle il communique des propriétés alcalines très-prononcées. L'évaporation de cette liqueur fournit une masse visqueuse qui, abandonnée sous une cloche, à côté d'une capsule renfermant de l'acide sulfurique concentré, laisse déposer des cristaux.

» Lorsqu'on verse dans la dissolution de cet oxyde une solution d'acide chlorhydrique, bromhydrique ou iodhydrique, il se précipite aussitôt des flocons cristallins blancs de chlorure, bromure ou iodure de mercurosopropyle, qui se dissolvent dans l'alcool bouillant et s'en séparent par le refroidissement sous la forme d'écailles blanches d'apparence nacrée.

» L'acide cyanhydrique concentré se mêle à la solution aqueuse d'oxyde de mercurosopropyle sans qu'on observe aucun phénomène apparent. Évapore-t-on le mélange après un contact de plusieurs heures, il se sépare des gouttes huileuses qui se dissolvent facilement dans l'alcool.

» Les acides azotique et sulfurique saturent l'oxyde de mercurosopropyle et donnent naissance à des sels qui cristallisent parfaitement bien, particulièrement le sulfate, qui se sépare sous la forme de grandes lames douées de beaucoup d'éclat.

» Les acides arsénique, tartrique, oxalique, dissous dans l'eau, forment dans la solution de l'oxyde de mercurosopropyle des précipités blancs pulvérulents. Ces produits, peu solubles dans l'eau, l'oxalate principalement, se dissolvent assez bien dans l'alcool, surtout à chaud, et s'en séparent par le refroidissement, soit sous la forme de petites tables, soit sous celle d'aiguilles feutrées d'apparence soyeuse. L'acide chromique forme, avec l'oxyde de mercurosopropyle, un sel peu soluble dans l'eau froide, assez soluble dans l'eau bouillante, qui se dépose par un refroidissement très-lent, ou mieux par l'évaporation spontanée, sous la forme de beaux cristaux orangés.

» Ces différents sels, frottés entre les doigts, communiquent à la peau une odeur désagréable, caractéristique et très-persistante.

» Je n'ai pas cru devoir pousser plus loin l'étude des réactifs sur le propide mercurique, les résultats qui précèdent établissant, je pense, surabondamment les analogies que ce composé présente avec le méthide et l'éthide mercuriques.

» *Zinc propyle ou propide zincique.* — Dans la Note dont j'ai donné communication dans la séance du 20 janvier 1873, j'ai dit que, lorsqu'on fait agir le zinc découpé sous la forme de minces lanières sur le propide mercurique à la température de 120 à 130 degrés, le mercure était déplacé rapidement et que du *zinc propyle* prenait naissance.

» Pour extraire cette substance, on introduit le contenu des tubes, qui doivent avoir été chauffés pendant dix à douze heures, dans une petite cornue à laquelle on adapte un récipient qu'on a soin de remplir préalablement d'acide carbonique desséché. La tubulure du récipient doit en outre être munie d'un tube recourbé, dont l'extrémité plonge de deux à trois millimètres environ dans un bain de mercure. Le liquide étant chauffé ne laisse passer quelques gouttes que lorsque le thermomètre dont le réservoir y est plongé marque 150 degrés. La température s'élève bientôt à 157 degrés, et se maintient entre 157 et 162 degrés, jusqu'à ce que la presque totalité du liquide ait passé à la distillation. Une nouvelle rectification donne un produit bouillant jusqu'à la dernière goutte entre 158 et 160 degrés.

» Ainsi préparé le zinc propyle se présente sous la forme d'un liquide incolore répandant des fumées blanches et s'enflammant au contact de l'air avec production d'oxyde de zinc.

» Il prend également feu dans le chlore en donnant un dépôt de charbon; il se forme, en même temps, de l'acide chlorhydrique et du chlorure de zinc.

» L'eau le décompose avec violence ainsi que les acides dilués; dans le premier cas il se forme de l'oxyde hydraté, dans le second un sel de zinc; il se dégage en outre de l'hydrure de propyle.

» Les trichlorures de phosphore et d'arsenic agissent vivement sur le zinc propyle, alors même qu'on emploie ces substances délayées dans l'éther anhydre. Il se forme dans ces circonstances de la *tripropylphosphine* et de la *tripropylarsine*, qu'on sépare en faisant agir la potasse sur le résidu que laisse l'évaporation de l'éther. Je n'ai obtenu ces substances qu'en quantités trop faibles pour décrire ici leurs propriétés, mais la manière dont elles se comportent avec l'iodure de méthyle et les produits cristallisés auxquels elles donnent naissance lorsqu'on fait agir sur elles la fleur de soufre ne peuvent laisser aucun doute sur leur nature.

» L'iodure de tristanpropyle réagit lentement à froid sur le zinc propyle.

» Maintient-on le mélange pendant quelques heures dans un tube clos à la chaleur du bain-marie, la réaction se complète ; il se forme à la fois de l'iodure de zinc et du tétrastanpropyle, ainsi que l'exprime l'équation suivante :

$$Zn\,(C^6H^7) + Sn\,(C^6H^7)^3I = Zn\,I + Sn\,(C^6H^7)^4.$$

» Ce composé, qui se sépare en entier lorsqu'on traite le produit de la réaction par un excès d'une solution aqueuse de potasse, se présente sous la forme d'un liquide incolore et mobile doué d'une odeur tout à la fois éthérée et piquante ; sa densité est de 1,179 à la température de 14 degrés. Il bout entre 222 et 225 degrés.

» Traité par les acides azotique et sulfurique, ce produit est vivement attaqué sous l'influence d'une douce chaleur ; on observe dans ce cas la formation de produits cristallisés qui sont très-probablement l'azotate et le sulfate de tristanpropyle.

» *Aluminium propyle.* — Le propide mercurique est promptement attaqué par l'aluminium en feuilles minces découpées, à la température de 130 degrés ; du mercure coulant se sépare, et l'aluminium disparaît en grande partie. Le contenu des tubes étant soumis à la distillation fournit un liquide incolore qui bout entre 248 et 252 degrés. Ce produit s'enflamme au contact de l'air en produisant des flocons d'alumine mélangés de noir de fumée.

» L'aluminium propyle ne s'unit pas directement à l'iode, résultat auquel on devait s'attendre. Projette-t-on dans ce liquide quelques lamelles d'iode, sa température s'élève, et la couleur de ce dernier disparaît. En ajoutant environ le tiers de la quantité d'iode nécessaire pour enlever tout le propyle, on obtient une liqueur d'un bleu violacé très-riche dans lequel j'ai constaté la présence de l'iodure de propyle, et qui renferme probablement du propyliodure d'aluminium.

» L'aluminium propyle brûle avec énergie dans le chlore. L'eau le décompose violemment en donnant naissance à de l'alumine gélatineuse ; il se dégage en même temps de l'hydrure de propyle.

» La production de l'aluminium propyle s'explique au moyen de l'équation

$$3\,Hg\,(C^6H^7)^2 + 2\,Al^2 = 3\,Hg + 2\,[Al^2\,(C^6H^7)^3].$$

» *Action de l'arsenic libre et des arséniures métalliques sur l'iodure de propyle.* — Lorsqu'on maintient pendant 24 à 30 heures en tubes scellés à la

lampe, à la température de 175 à 185 degrés, un mélange d'arsenic en poudre et d'iodure de propyle, on voit l'arsenic disparaître progressivement, tandis qu'il se forme un liquide huileux épais, de couleur brune, dont la proportion augmente peu à peu, et qui, par le refroidissement, se prend en une masse solide formée de prismes brun rougeâtre entre-croisés. Ce produit, exprimé dans des doubles de papier buvard pour le débarrasser d'une petite quantité de matière huileuse qui le souille, se dissout assez bien dans l'alcool anhydre bouillant, d'où il se sépare, en partie par le refroidissement, en partie par l'évaporation, sous la forme de cristaux rouge brun bien définis. Ce composé, semblable à ceux dont j'ai signalé la formation dans l'action réciproque de l'arsenic et des iodures de méthyle et d'éthyle, n'est autre qu'un composé d'iodure d'arsenic et d'iodure d'arsenpropylium dont la composition doit être représentée par la formule

$$AsI^3, As(C^6H^7)^4I.$$

» Une lessive concentrée bouillante de potasse caustique décolore ce produit et en opère le dédoublement. L'iodure d'arsenic disparaît, tandis qu'il se dépose une huile qui se concrète par le refroidissement. En abandonnant la masse dans une atmosphère d'acide carbonique, afin de transformer l'alcali complétement en carbonate, reprenant le résidu par l'alcool absolu bouillant, filtrant la liqueur et l'abandonnant à l'évaporation, il se sépare des prismes incolores qui ne sont autres que l'iodure d'arsenpropylium.

$$As(C^6H^7)^4I.$$

» L'iode se dissout à chaud dans la solution d'iodure d'arsenpropylium. Par le refroidissement et l'évaporation, il se sépare des cristaux de couleur brun noirâtre avec des reflets métalliques qui constituent un périodure.

» Si, au lieu d'opérer ainsi que nous venons de le dire, on introduit les cristaux rouge brun avec des fragments de potasse caustique dans une petite cornue, puis qu'on distille le mélange, il se dégage une matière huileuse qu'on peut facilement condenser dans un petit tube adapté au col de la cornue. Cette substance, dont l'odeur fort désagréable rappelle celle de la triéthylarsine, est l'*arsentripropyle*

$$As(C^6H^7)^3.$$

» Les iodures de méthyle, d'éthyle et de propyle s'unissent à ce produit sous l'influence d'une douce chaleur et donnent naissance à des composés représentés par les formules

$$As(C^6H^7)^3(C^2H^3)I, \quad As(C^6H^7)^3(C^4H^5)I, \quad As(C^6H^7)^4I.$$

» L'arséniure de zinc est attaqué comme l'arsenic libre à la température de 175 à 185 degrés par l'iodure de propyle. L'action étant prolongée pendant vingt-quatre à trente heures, on trouve dans le tube une matière visqueuse remplie de cristaux Cette dernière étant reprise par l'alcool et la solution alcoolique abandonnée à l'évaporation, il se sépare des prismes qu'on peut considérer comme une combinaison d'iodure de zinc et d'iodure d'arseupropylium :

$$ZnI, As(C^6H^7)^4I.$$

» Une solution concentrée de potasse dédouble ce produit à la manière de l'iodure double d'arsenic et d'arsenpropylium, et met en liberté ce dernier qu'on peut isoler par la méthode décrite plus haut.

» L'iodure de propyle agit sur les arséniures de potassium et de sodium plus énergiquement que sur les précédents; on complète l'action en chauffant pendant quelques instants le mélange dans des tubes scellés. On obtient de la sorte un liquide complexe, d'une odeur désagréable, dont le point d'ébullition n'est pas fixe et qui paraît formé de deux substances, l'une correspondant au cacodyle qui serait l'arsine dipropylée, l'autre l'arsine tripropylée. La trop petite quantité de matière que j'ai eue à ma disposition ne m'a pas permis de trancher cette question pour le moment; mais si l'on songe que, dans l'action réciproque des arséniures alcalins et des homologues inférieurs de l'iodure de propyle (iodures de méthyle et d'éthyle), il se produit des arsines diméthylées et triméthylées, diéthylées et triéthylées, on ne saurait admettre que dans les circonstances précédentes il se soit produit une réactioo différente.

» Indépendamment de ces produits liquides, j'ai constaté la formation d'une matière cristallisée qui n'est autre que l'iodure d'arsenpropylium.

» Je me propose de revenir sur cette étude dans une prochaine Note, ainsi que sur celle des produits qui prennent naissance dans l'action réciproque de l'iodure de propyle et de l'antimoniure de potassium. »

BOTANIQUE. — *Sur quelques lianes anomales;* Note de M. Th. Lestiboudois.

« Je crois devoir ajouter quelques faits à ceux que j'ai exposés dans ma Note *sur les Sapindacées*, insérée dans les *Comptes rendus* (t. LXXV, p. 1457), et y joindre quelques observations qui me sont suggérées par une intéressante Étude de M. Ladislaü Netto sur la *Structure anomale des lianes* (*Bull. Soc. Bot.*, t. XII, p. 106).

» Le savant directeur de la partie botanique du musée de Rio-Janeiro,

dont le travail n'était pas parvenu à ma connaissance avant ma publication, répartit les lianes en trois classes. Pour l'une d'elles, qui comprendrait, selon lui, le plus grand nombre des lianes anomales appartenant aux Ménispermées, Malpighiacées, Convolvulacées, Légumineuses, il prend pour type un Acacia sarmenteux, dont le bois s'accroît par quatre points, de sorte que la tige a quatre angles saillants, formés d'arcs ligneux superposés, et un *Bauhinia*, qui a seulement deux côtés saillants formés d'arcs ligneux. L'auteur n'indique nullement que les arcs ligneux de ces végétaux soient séparés les uns des autres par des zones d'écorces et que, conséquemment, ils soient extralibériens; il reconnaît, au contraire, qu'il y a d'autres *Bauhinia* qui ont une structure analogue à celle des *Cocculus* : ce sont ceux que nous avons décrits (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 198). Les premiers ne sont donc pas *hétérogènes*, et nous n'avons pas à nous en occuper ici; ils ressemblent au *Tetrapteris*, par exemple, dont le bois s'accroît par des points limités.

» Les deux autres classes comprennent des lianes qui sont réellement hétérogènes.

» Dans la première sont celles dont les faisceaux extérieurs sont formés en même temps que la tige principale, si ce n'est avant : tels sont les *Serjania Dombeyana* et *cuspidata*, dont l'un est tout à fait analogue (s'il n'est identique) à la Sapindacée du Brésil que j'ai reçue de M. Guillemin, et une espèce que M. Netto soupçonne être un *Paullinia*, qui est tout à fait semblable à la Sapindacée à trois faisceaux extérieurs que j'ai reçue du Muséum d'Histoire naturelle. Dans cette dernière, le tissu ligneux des trois faisceaux extérieurs a le même diamètre que celui de la tige centrale; dans les autres, le bois du système central est un peu plus développé que le bois des faisceaux extérieurs, mais dans une faible proportion. On comprend donc sans peine que les faisceaux extralibériens de ces plantes ont dû apparaître presque en même temps que les faisceaux ligneux qui constituent la tige centrale; mais on concevrait difficilement qu'ils pussent être formés avant eux. Il me semble que les faisceaux extralibériens sont créés comme dans la *Betterave*, dont les premiers cercles extérieurs se montrent immédiatement après l'apparition des faisceaux qui occupent le centre, et bien avant l'entier développement de ces derniers, mais non avant eux.

» Dans la deuxième classe sont comprises les lianes dont les faisceaux extérieurs sont produits lorsque le bois de la tige centrale est déjà fort développé. Dans cette classe est encore placé un *Serjania*; la Sapindacée de Cochinchine que j'ai décrite appartient indubitablement à cette classe :

le corps ligneux de la tige centrale a déjà $0^m,07$ de diamètre quand apparaissent les faisceaux ligneux extérieurs.

» Dans les lianes de ces deux classes, M. Netto considère les faisceaux ligneux extérieurs comme formés en dedans du premier cercle de liber des productions antérieures dont les fibres seraient rejetées en dehors et disparaîtraient dans le suber. Ce serait la position que nous avons constatée dans le *Gnetum* et les Convolvulacées. Toutefois il faut dire que, dans les espèces de la première classe que nous avons examinées (échantillon du Muséum et celui de Guillemin), les cercles des fibres corticales sont si réguliers qu'ils ne semblent pas avoir été dérangés par la production de faisceaux ligneux créés entre eux. Ces plantes offrent, il est vrai, des fibres corticales à la périphérie, mais elles ont le même aspect que celles des écorces de toutes les formations et pourraient n'être que les fibres corticales des faisceaux de dernière formation.

» Quant aux faisceaux ligneux de dernière formation, qu'on rencontre dans les triangles curvilignes qui se trouvent entre les écorces de la tige centrale et les faisceaux de première formation (Sapindacée de Guillemin), dans le parenchyme de l'écorce non recouvert par les faisceaux de première formation (Sapindacée à trois faisceaux de première formation), dans la ligne parenchymateuse qui sépare l'écorce primitive de l'écorce des premiers faisceaux extralibériens, enfin en dehors de ces derniers, ils sont produits bien plus tard que ceux de la première formation, et ils sont nettement en dehors des couches corticales de la tige centrale et des faisceaux principaux.

» Quant à notre Sapindacée de Cochinchine, qui appartient à la troisième classe, elle nous paraît pouvoir plus difficilement encore être considérée comme ayant les faisceaux ligneux extérieurs formés en dedans des premières fibres libériennes.

» Nous avons dit que dans cette espèce les faisceaux corticaux sont très-distincts, inégaux, très-étroits à l'extérieur, allant en s'élargissant vers l'intérieur, par suite de leur accroissement; de sorte qu'ils sont séparés extérieurement par des espaces médullaires larges, tandis qu'intérieurement ils se touchent; ces faisceaux sont composés de fibres qui, au lieu d'être rangées en cercles concentriques, sont en lignes radiales peu régulières, séparées par des prolongements médullaires bien marqués, flexueux, les uns pénétrant jusqu'à la pointe du faisceau, les autres s'arrêtant à des distances variables de cette pointe. Or dans cette plante les productions ligneuses de nouvelle formation sont manifestement en dehors de l'extré-

mité extérieure des faisceaux corticaux, et sont formées bien longtemps après le moment où les premières fibres corticales étaient en contact avec la zone génératrice.

» Nous croyons devoir soumettre ces considérations à l'habile observateur de Rio-Janeiro, qui a l'avantage de résider dans le pays où croissent les lianes qui nous occupent, et qui peut conséquemment les étudier sur des échantillons vivants. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Des conditions sous lesquelles quelques périodes de la quadratrice d'une courbe de degré* m *disparaissent, en devenant nulles ou infinies;* Mémoire de M. MAX. MARIE. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Bonnet, Puiseux.)

« Le principe de cette théorie repose sur cette notion évidente, que les quadratrices de toutes les courbes d'un même ordre ont naturellement, toutes, les mêmes périodes, exprimables par les mêmes fonctions des coefficients qui entrent dans leurs équations ; c'est-à-dire que les résultats auxquels on sera parvenu en discutant la quadratrice de la courbe la plus générale de degré m pourront ensuite être transportés, sans démonstration nouvelle, à l'un quelconque des lieux du même degré, représentés par des équations à coefficients réels ou imaginaires, pouvant présenter toutes les particularités imaginables.

» Ainsi la quadratrice du cercle réel

$$(x-a)^2+(y-b)^2=r^2,$$

ayant pour période $\pm\pi r^2$, la quadratrice du cercle imaginaire

$$(x-a-a'\sqrt{-1})^2+(y-b-b'\sqrt{-1})^2=(r+r'\sqrt{-1})^2,$$

aura pour période $\pm\pi(r+r'\sqrt{-1})^2$.

» De même, la quadratrice de la courbe représentée par l'équation

$$Ay^2+2Bxy+Cx^2+2Dy+2Ex+F=0,$$

lorsque c'est une ellipse ou une hyperbole réelle, ayant pour période

$$\pm\pi\frac{AE^2+CD^2-2BDE+F(B^2-AC)}{(AC-B^2)^{\frac{3}{2}}},$$

cette formule représentera encore la période de la quadratrice du lieu représenté par la même équation, quels qu'en soient les coefficients; c'est-à-dire, quand même la courbe, tout en restant réelle, deviendrait parabolique; quand même la courbe deviendrait évanouissante et quand même, les coefficients de l'équation devenant imaginaires, les conjuguées de la courbe s'élèveraient au quatrième degré.

» La même généralité des résultats se retrouve dans les cas les plus particuliers. Ainsi, si la courbe devient une parabole réelle, $AC - B^2$ est nul; la période devient infinie et disparaît à ce titre, de sorte que la quadratrice redevient algébrique. Mais il en est de même, dans la même hypothèse $AC - B^2 = 0$, lorsque les coefficients de l'équation sont imaginaires.

» Si $AC - B^2$ est différent de zéro et que

$$AE^2 + CD^2 - 2BDE + F(B^2 - AC)$$

soit nul, la courbe, supposée réelle, est une ellipse évanouissante ou une hyperbole réduite à ses asymptotes; la période devient nulle et elle disparaît à ce titre; mais il en est de même, dans la même hypothèse, lorsque les coefficients de l'équation sont imaginaires.

» Si l'équation représente deux droites parallèles ou confondues, le numérateur et le dénominateur de la formule de la période deviennent nuls, la période devient indéterminée et s'évanouit encore à ce titre; mais il en est encore de même si les deux droites représentées par l'équation deviennent imaginaires.

» Si les coefficients de l'équation sont réels, la période est réelle ou imaginaire, suivant que la courbe appartient au genre ellipse ou au genre hyperbole; mais elle reste réelle quand même l'ellipse devient imaginaire, parce que ses deux axes deviennent alors imaginaires.

» Cela posé, il est évident, en premier lieu, que si une courbe quelconque comprend un point isolé, ou un point double, où se coupent sous un angle deux branches de la courbe, par cela seul une période doit s'être annulée; car un point isolé est un anneau réel évanouissant dont l'aire intérieure, qui eût été une période réelle, est devenue nulle, et un point double naît toujours du rapprochement de deux branches de la courbe réelle, qui laissaient entre elles un espace comprenant un anneau de conjuguée, dont l'aire intérieure, qui eût été une période imaginaire, vient de s'évanouir.

» En second lieu, si la courbe proposée a deux asymptotes rejetées à l'infini, leurs coefficients angulaires étant devenus égaux, une période

doit être devenue infinie, comme cela arrive pour la parabole, dans les courbes du second degré, ou pour les courbes paraboliques du quatrième ordre que peut représenter l'équation du second degré à coefficients imaginaires.

» Dans ce cas, en effet, deux branches de la courbe se rejoignent à l'infini, c'est-à-dire forment un anneau qui, ne se fermant qu'à l'infini, a une aire infinie.

» Le fait peut, au reste, être mis en évidence par l'une ou l'autre de ces observations trop aisées à vérifier pour qu'il soit nécessaire de développer les calculs : 1° que lorsqu'une courbe a deux asymptotes parallèles, l'une des tangentes parallèles à une direction donnée s'en va à l'infini, c'est-à-dire que l'un des points critiques du lieu s'en va lui-même à l'infini ; 2° que dans le même cas les trois équations

$$f(x,y) = 0, \quad f'_x = 0 \quad \text{et} \quad f'_y = 0$$

admettent la solution commune $x = \infty$, $y = \infty$, c'est-à-dire que la courbe a un point double à l'infini.

» Je ne crois pas que cette observation se trouve dans l'Ouvrage de M. Clebsch.

» Lorsque la courbe proposée a deux asymptotes parallèles, une seconde condition peut ramener la période à l'état fini : c'est celle où les deux asymptotes seraient restées à distance finie l'une de l'autre. Une foule d'exemples connus viennent confirmer cette assertion.

» Enfin une troisième condition peut rendre de nouveau la période évanouissante : c'est celle en raison de laquelle les deux asymptotes parallèles viendraient en coïncidence. Dans ce cas, la période deviendra indéterminée.

» Il est évident que les seuls cas à examiner sont ceux que nous venons de passer en revue, car la représentation géométrique d'une période ne peut disparaître qu'autant que cette période devient nulle ou infinie, et il est clair que l'une ou l'autre circonstance ne peut se présenter que dans l'un ou l'autre des cas que nous avons considérés.

» Je terminerai par une remarque à laquelle on trouvera peut-être quelque intérêt. On sait que la méthode donnée par Cauchy pour la recherche des périodes d'une intégrale est fondée sur la considération des points critiques du lieu à quarrer. Lorsque le contour relatif à x, le long duquel se fait l'intégration, ne comprend aucun point critique, l'intégrale est toujours nulle ; tandis qu'elle ne l'est généralement pas dans le cas contraire, et que,

d'ailleurs, si la fonction y est revenue à sa valeur initiale en même temps que x, l'intégrale obtenue est une des périodes de l'intégrale $\int y dx$.

» Mais un point double où les dérivées de l'ordonnée par rapport à l'abscisse finissent par se séparer sans devenir infinies est toujours la réunion de deux points critiques, qui ont perdu ce caractère, comme je l'ai montré dès 1855. On voit par là comment on pouvait transporter à la méthode d'exposition de Cauchy le principe de la réduction du nombre des périodes par la présence de points multiples.

» La fonction pouvait éprouver successivement deux permutations inverses le long d'un contour embrassant les deux points critiques voisins, qui sont venus se confondre en un point double, et l'intégrale prise le long de ce contour eût été une période de l'intégrale indéfinie. Mais dès que les deux points critiques sont venus se confondre en un seul point double, la fonction ne peut plus éprouver de permutations le long d'un contour infinitésimal embrassant ce point double, et la période correspondante disparaît.

» J'ignore si c'est par des considérations de ce genre que MM. Riemann et Clebsch sont parvenus, de leur côté, à la découverte de ce principe ou théorème. »

ASTRONOMIE. — *Sur un nouveau micromètre à double image;* Mémoire de M. Ch. Noel, présenté par M. Yvon Villarceau. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

« L'héliomètre et les micromètres à double image de Steinheil et d'Airy ont le défaut de colorer les images des étoiles et de les allonger dans une direction perpendiculaire à la ligne de section des lentilles.

» Le nouveau micromètre à double image a pour but d'obvier à cet inconvénient. Les pièces optiques qui le composent restent toujours parfaitement centrées, et le dédoublement n'est pas produit par la réfraction, mais par la réflexion. La précision de l'évaluation des angles est beaucoup plus grande, car la disposition employée permet de lire des angles soixante fois, cinq cents fois et même mille fois plus grands que les angles mesurés.

» Si l'on place un miroir plan incliné à 45 degrés sur le trajet du faisceau convergent provenant d'un objectif, avant sa réunion au foyer principal, l'image se forme sur le côté. Si ce miroir est coupé en deux parties, et que la ligne de section coïncide avec l'axe optique de l'objectif, on comprend que, lorsqu'on inclinera l'une des deux parties du miroir, l'autre restant fixe, l'image fournie par l'objectif se dédoublera, et l'angle dont il faudra

faire varier la partie mobile du miroir sera d'autant plus grand, pour dédoubler la même image, que l'ensemble du miroir se trouvera plus près du foyer principal.

» Pour dédoubler les images de deux étoiles et effectuer convenablement les mesures, il faut que la ligne de section du miroir soit parallèle à la ligne de jonction des deux étoiles. L'ensemble du miroir doit donc tourner dans son plan, sans que ce plan change de position par rapport à l'axe optique de l'instrument et au réticule qui doit rester dans une position invariable pour la détermination des angles de position.

» L'appareil se compose d'un miroir plan, coupé en deux parties égales et monté perpendiculairement à l'extrémité d'un tube qui, à son autre extrémité, supporte un cercle de position. Une moitié du miroir est fixe, l'autre est mobile autour d'un axe situé dans le plan du miroir fixe et dirigé perpendiculairement à la ligne de section. La partie mobile supporte à sa face postérieure une tige rigide qui passe dans le tube et se termine à son extrémité libre par un arc de cercle divisé sur lequel on lit les déplacements du miroir. Le tube qui supporte les miroirs et le cercle de position est maintenu dans une monture qui se fixe à volonté sur le tube de l'instrument, lunette ou télescope ; il peut tourner dans cette monture au moyen d'une vis de rappel qui agit sur le cercle de position.

» Ce tube doit se placer de telle façon que le miroir fasse un angle de 45 degrés avec l'axe optique de l'instrument ; la ligne de section et l'axe de rotation de la partie mobile doivent couper aussi et au même point cet axe principal.

» Le plan du réticule est donc parallèle à l'axe optique, et l'axe de figure de l'oculaire lui est perpendiculaire.

» Le jeu du nouvel appareil est fort simple: lorsque les deux étoiles dont on veut mesurer la distance sont dans le champ de l'instrument, on incline légèrement la partie mobile du miroir pour dédoubler l'image, puis on fait tourner l'ensemble du cercle de position et du miroir, jusqu'à ce que les images fixes et les images mobiles soient sur une même ligne droite. On continue alors à dédoubler l'image d'après les procédés usités. On connaît alors l'angle de position, et l'angle dont on a fait varier le miroir fera connaître la distance des deux astres, si l'on a préalablement étudié le rapport qui existe entre les arcs fournis par les lectures et les arcs observés.

» En plaçant le miroir à 15 ou 20 millimètres du plan focal des grands instruments, on obtient très-facilement, sur l'arc divisé, des angles cent vingt fois plus grands que ceux qu'on mesure, c'est-à-dire qu'on peut lire

2′ pour 1″, et l'on peut encore augmenter le rapport en diminuant cette distance.

» Dans le cas des télescopes où l'on emploie les oculaires composés, ce rapport peut être encore très-augmenté.

» Le nouvel appareil présente donc les avantages suivants : il est plus simple que les autres systèmes de dédoublement; il peut s'adapter à volonté sur tous les instruments; il diminue beaucoup les erreurs de pointé et atténue énormément l'effet des erreurs de lecture; enfin il ne nécessite pas l'emploi de vis micrométriques. »

THERMOCHIMIE. — *Mesure de l'action chimique produite par la lumière solaire;* Mémoire de M. E. MARCHAND. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Dumas, Boussingault, Ch. Sainte-Claire Deville, Bussy, Edm. Becquerel.)

« Parmi les propriétés inhérentes à la lumière émanée du Soleil, celle qu'elle possède de pouvoir provoquer des modifications dans le groupement des atomes des corps exposés à son action est plus particulièrement l'objet des préoccupations des chimistes; quelques-uns même ont essayé, à plusieurs reprises, d'en mesurer la puissance.

» Parmi ceux qui ont tenté de le faire, on doit citer MM. Bunsen et Roscoë. En soumettant un mélange composé de volumes égaux de chlore et d'hydrogène à l'action des radiations actives, ces observateurs ont bien étudié la marche du phénomène, et ils sont arrivés à des conclusions souvent exactes et dignes du plus haut intérêt; mais les résultats qu'ils ont obtenus conduisent, dans l'appréciation de la force qu'ils essayaient de mesurer, à des conséquences empreintes d'une évidente exagération.

» On sait en effet que la force qui intervient dans l'accomplissement des phénomènes chimiques, et qui les régit, a toujours pour exacte mesure l'intervention d'une somme de calorique, constante pour chaque circonstance donnée, qui devient libre lorsque les éléments s'associent et se combinent entre eux, tandis qu'elle est absorbée, au contraire, lorsqu'ils se dissocient et reprennent leurs propriétés caractéristiques.

» Lorsque le phénomène provoqué par la force de réaction contenue dans le rayon de lumière est endothermique, il doit évidemment trouver dans ce rayon la somme de chaleur nécessaire à son accomplissement. Or on a déduit des travaux de MM. Bunsen et Roscoë que les radiations chimiques émanées du Soleil peuvent mettre en jeu quatre à cinq mille fois

autant de calories qu'il s'en trouve avec elles dans le rayon qui les répand sur les corps exposés à leurs effets. Ce résultat m'a toujours semblé inadmissible, et il m'a conduit à entreprendre, à mon tour, une série de recherches, dont le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie offre les résultats et les conclusions.

» Avant de commencer, je me suis demandé si l'on doit, pour apprécier la mesure exacte des effets produits, tenir compte de la nature de la manifestation thermique. Je ne l'ai pas pensé, et j'ai opéré en partant de cette idée que, si l'on fait agir la lumière sur un combustible placé dans un milieu où il peut trouver l'oxygène nécessaire pour assurer sa combustion, il devient possible d'obtenir des résultats précis, conduisant à des conclusions exactes.

» Pour arriver à mon but, j'ai soumis à l'action de la lumière une liqueur contenant des équivalents égaux de perchlorure de fer et d'acide oxalique, et j'ai reconnu qu'en effet la réaction qui s'accomplit, au sein du réactif ainsi constitué, marche avec une grande régularité lorsque la dissolution est faite en proportions convenables, ce qui donne lieu à un dégagement d'acide carbonique toujours proportionnel à la somme d'énergie dépensée, et que cette énergie se mesure elle-même alors, pour chaque centimètre cube de gaz produit, par la libération de $0^{cal},001356$.

» Des expériences faites pendant quatre années consécutives, avec ce réactif très-sensible, m'ont mis à même de constater les faits suivants :

» La liqueur photométrique soumise à l'action du spectre solaire est impressionnée surtout par les rayons compris entre les raies F et G, c'est-à-dire par les rayons bleus, qui exercent sur elle une action beaucoup plus énergique que celle qui est produite pendant le même temps par les rayons violets, même par celui qui est le plus rapproché de la raie G.

» Lorsque l'appareil dans lequel s'accomplit la réaction est placé dans une situation horizontale, au niveau de la mer, et que l'on opère sous un ciel d'une sérénité parfaite, l'intensité de la force chimique se traduit, pour chaque minute d'exposition à la lumière, et pour chaque centimètre carré de la surface impressionnée par la production d'un volume d'acide carbonique que l'expérience permet d'exprimer par le nombre que l'on obtient en multipliant par la hauteur vraie du Soleil, au moment choisi, le volume constant $0^{cc},00092300$, accru d'autant de fois $0^{cc},00000729$ que l'on mesure de degrés moins 1 dans la hauteur de l'astre.

» Tels sont donc les termes de la loi qui préside au développement de la force chimique de la lumière sur notre globe, au niveau de la mer. Ils per-

mettent de calculer l'intensité de l'action qui peut être exercée, à un instant ou en un jour donné, sur un point quelconque de la surface terrestre, éclairée au travers d'une atmosphère bien transparente, pourvu que l'on connaisse la hauteur exacte du Soleil au-dessus de l'horizon de ce point, pendant toute la durée du temps fixé, et à chaque instant de cette durée; car, à l'inverse des radiations thermiques, les radiations chimiques ne sont point altérées, dans la manifestation de leurs effets, par les courants atmosphériques; et cette circonstance fait que les climats chimiques, considérés au point de vue des maxima qui les caractérisent, se prêtent seuls à une étude théorique capable de faire connaître leur distribution et leur valeur.

» C'est qu'en effet l'action chimique exercée par la lumière est toujours en relation directe avec la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon. Cependant l'étude théorique ne peut être faite qu'au point de vue qui vient d'être indiqué, — celui des maxima, — parce que l'état de sérénité du ciel intervient lui-même pour modifier la marche de la réaction, dont l'intensité lui serait toujours proportionnelle aussi, pour des hauteurs égales de l'astre éclairant, si, comme l'ont vu avant moi les deux habiles observateurs que j'ai cités, les nuages blancs dispersés sous la voûte azurée ne possédaient la faculté de concentrer en eux l'énergie de réaction, et de la déverser ensuite sur le sol en accroissant l'intensité du phénomène provoqué par la lumière agissant sur le corps éclairé.

» L'espace me manque pour faire connaître la valeur des différents climats que j'ai calculés, pour les jours d'équinoxes et de solstices, sur les parallèles pris de 5 en 5 degrés depuis l'équateur jusqu'au pôle. Je me borne à constater ce fait inattendu, qu'au jour du solstice et pendant les vingt-quatre heures de la durée de ce jour, l'action exercée au pôle est plus considérable que celle qui s'accomplit à l'équateur sur chaque unité de surface éclairée, si l'atmosphère y jouit d'une transparence parfaite : la force photochimique peut alors mettre en mouvement, sur chaque mètre carré superficiel, 498 calories au pôle, et seulement 479 sur l'équateur. Elle en utilise 657 sur le 25e parallèle. — Dans un jour d'équinoxe, la dépense moyenne de force s'accomplit sur le 41e parallèle de chaque hémisphère; elle y nécessite alors la mise en mouvement de 345 calories.

» Mes observations, ayant toutes été faites à Fécamp, m'ont conduit à déterminer les valeurs moyenne et maxima du climat chimique de cette ville : la première se mesure, pour chaque jour de l'année entière et pour chaque centimètre carré de surface impressionnée, dans mon appareil

photométrique, par la mise en mouvement de $0^{cal},01495$, ou par un dégagement de $11^{cc},027$ de gaz carbonique. Cette action ne représente que les $\frac{43}{100}$ de l'effet qui devrait être produit si, en cette ville, l'atmosphère restait toujours d'une sérénité parfaite; car l'expérience et le calcul prouvent que, dans ce cas, le dégagement quotidien moyen du gaz s'élèverait à $25^{cc},934$.

» L'écart est dû à l'influence exercée par la nébulosité. Celle-ci s'est élevée, en moyenne quotidienne, pendant la durée quadriennale des observations, à 0,63. En fait, l'écart est moins grand qu'il ne devrait l'être, puisque l'effet produit, considéré seulement dans ses rapports avec l'état de sérénité du ciel, devrait lui être exactement proportionnel. Cet état s'est trouvé égal à 0,37. La différence en plus est due surtout à l'influence exercée par les nuages blancs, si communs aux bords de la Manche, puisque cette influence se manifeste toujours par un accroissement de l'intensité des effets produits.

» J'ai essayé de déterminer la valeur comparée des résistances opposées par les diverses couches d'air au passage des forces rayonnées par le Soleil, et j'ai dû, pour arriver à ce résultat, déterminer aussi l'épaisseur de l'atmosphère : je dois me borner à dire ici, qu'en m'appuyant tout à la fois sur des considérations d'ordre physique et d'ordre géométrique, je suis arrivé à cette conclusion que la limite d'expansion des particules gazeuses ne saurait être inférieure à 323500 mètres, ni supérieure à 340000.

» J'ai déterminé aussi les rapports existant entre l'intensité des radiations chimiques mises au service de la végétation et la somme qui en est dépensée pendant l'assimilation du carbone : j'ai trouvé que le développement du trèfle, considéré à ce point de vue spécial, dans la grande culture, aux environs de Fécamp, ne nécessite l'intervention que de la huitième partie environ de la force chimique à laquelle il se trouve assujetti.

» J'ai déterminé enfin les rapports existant entre la chaleur et la force chimique capable de l'utiliser, contenues dans chaque rayon de lumière, et j'ai trouvé que la dernière ne peut, au maximum, mettre en mouvement que la septième partie du calorique transporté avec elle. Cela revient à dire que la force de réaction que j'ai vue agir et que j'ai mesurée est 16127 fois moins active que celle qui a déterminé les effets appréciés par MM. Bunsen et Roscoë ! Je dois signaler cette énorme différence.

» En résumé, si l'on veut apprécier les effets que peut produire la force chimique répandue sur le globe terrestre par la lumière du Soleil,

on reconnaît qu'elle pourrait, pendant chaque minute, suffire à transformer en acide carbonique 39 835 900 tonnes de carbone, et que, malgré ce chiffre effrayant, toute la masse de combustible qui serait ainsi consumée dans le courant d'une année n'aurait, si elle possédait la densité moyenne de l'anthracite (1,8), qu'une épaisseur de $22^{mm},81$, dans le cas où elle serait répandue en une couche bien uniforme sur toute la surface de la Terre. »

« M. Ch. Sainte-Claire Deville, après avoir entendu l'analyse du Mémoire de M. E. Marchand, faite par M. le Secrétaire perpétuel, ajoute que, chargé par le Gouvernement de l'inspection des stations météorologiques françaises, il a eu l'occasion de visiter, au mois de juillet dernier, l'Observatoire où, depuis de longues années, ce savant dévoué recueille d'excellentes données météorologiques; il s'est assuré, en particulier, de l'aisance et de la facilité avec lesquelles fonctionne l'ingénieux appareil dont il vient d'être question. »

VITICULTURE. — *Le* Phylloxera vastatrix; *ce qu'il devient pendant l'hiver;* Note de M. L. Faucon. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

« J'ai établi d'une manière irrécusable, dans mes Notes des 25 juin 1869 et 4 septembre 1872, que, quand le *Phylloxera* ne trouve plus à se nourrir sur les racines d'une souche ou d'une vigne épuisée, il monte à la surface du sol pour aller à la recherche d'une souche ou d'une vigne saine. J'ai constaté que ses migrations à ciel ouvert se ralentissent à mesure que la température s'abaisse, et que, l'année dernière, elles ont complètement cessé le 24 septembre. En attendant le moment où je pourrai surprendre ses premières pérégrinations en plein air et en plein Soleil, j'ai cru utile d'observer, d'une manière suivie et sans lacunes, ce que fait et ce que devient l'insecte pendant le repos de la végétation de la vigne, période sur laquelle sont loin d'être d'accord les observateurs qui s'en sont occupés. Les uns disent qu'en hiver les *Phylloxera* se réfugient sous l'écorce rugueuse du tronc, pour s'y abriter contre l'humidité; d'autres les ont trouvés tous réunis sous le talon de la souche ou à l'aisselle des grosses racines. Les uns ne les ont vus que sur les racines principales; d'autres ne les ont trouvés que sur les radicelles. Tel, enfin, assure que dès le mois de novembre le *Phylloxera* n'existe plus qu'à l'état d'œuf.

» Je regrette d'avoir à le dire, toutes ces assertions sont erronées. Voici ce que j'ai constaté, non dans le cabinet et sur des pucerons élevés dans des bocaux, mais dans le vignoble et sur des sujets en pleine liberté ; non par quelques rares sondages partiels et incomplets, mais à la suite de très-nombreux examens faits sur des souches entières, examens renouvelés tous les quinze jours depuis le commencement du mois d'octobre jusqu'à aujourd'hui. Mes recherches m'ont été particulièrement facilitées par le fait que deux de mes vignes, non submersibles, n'ayant pu être par conséquent soustraites à l'action destructive du fléau, sont condamnées à l'arrachage. L'une de ces vignes est située dans un terrain profond et argilo-calcaire de la plaine ; l'autre repose au pied d'un coteau, sur un sol de peu d'épaisseur et d'une grande perméabilité.

» Je vais relater simplement ce que j'ai vu. De mes observations je déduirai ensuite quelques conclusions qui pourront avoir une certaine valeur, au point de vue pratique, dans l'intéressante question du *Phylloxera*.

» *Mois d'octobre.* — Dans les derniers jours du mois, il ne restait plus sur les racines des vignes que de jeunes sujets en grand nombre, la plupart prenant déjà cette teinte jaune cuivré qui caractérise la période de l'engourdissement hivernal ; parmi eux, quelques nouveau-nés très-reconnaissables par leur couleur ambrée, leurs formes déliées, leur agilité et la course vagabonde à laquelle ils se livrent pour trouver la place où ils doivent implanter les soies de leur trompe dans les pores du tissu radiculaire pour s'y fixer et y passer l'hiver ; et enfin de très-rares groupes d'œufs qui sont encore dans la position où la mère les a laissés en mourant.

» *Mois de novembre.* — Sur plusieurs souches arrachées avec le plus grand soin dans la partie haute de la vigne, là où le terrain peu profond et très-perméable se ressuie, en temps normal, avec la plus grande facilité, il ne m'a pas été possible de trouver un seul *Phylloxera*. J'en ai trouvé dans la partie la plus basse, où le terrain plus profond et moins graveleux garde d'habitude l'humidité plus longtemps. J'ai vu là dix à vingt pucerons sur chacune des souches arrachées ; mais comme ils étaient, pour la plupart, cachés sous la vieille écorce des racines, et qu'il était assez difficile de les dénicher, il devait nécessairement y en avoir un plus grand nombre.

» Dans la partie du milieu de la même vigne, terrain de nature intermédiaire entre celle du haut et celle du bas, je n'ai fait arracher qu'une seule souche ; mais cette souche unique m'a permis de faire des observations très-intéressantes. L'arrachage en a été fait de la manière la plus complète au moyen d'une excavation qui, ayant 3 mètres de diamètre et 75 centimètres de profondeur, me permit d'attaquer les racines par dessous et d'extraire la souche avec tout son appareil radiculaire. C'était le plus beau spécimen qu'il fût possible d'imaginer au point de vue de l'étude du *Phylloxera*.

» La plupart des racines, les grosses surtout, étaient couvertes de pucerons sur toute leur longueur, depuis leur point d'attache au tronc jusqu'à leur extrémité. On voyait des plaques compactes d'insectes dans toutes les fentes de la vieille écorce ; il y avait même de ces fentes

dans lesquelles les insectes paraissaient amoncelés. En levant, avec la pointe d'un couteau, la vieille écorce, dans les endroits où elle n'adhérait pas à l'aubier, on en trouvait des quantités considérables : il en était de même sur toute la surface souterraine du tronc, depuis le talon jusqu'à quelques centimètres de la terre extérieure ; il y en avait aussi, mais en quantités moins grandes, sur les radicelles, et, particularité importante, les groupes étaient aussi nombreux et aussi peuplés aux extrémités des racines, à la distance d'un mètre et plus du tronc, aux profondeurs les plus grandes dans le sol, qu'au voisinage du pied de la souche et sur les racines les plus superficielles. Portant la souche sur le bord de notre canal d'irrigation, et me servant de la maçonnerie de ma prise d'eau comme d'une table, je coupais les racines par fragments faciles à manier et j'avais grand soin de les jeter à l'eau dès que je les avais bien examinées. Il y avait là certainement plusieurs milliers de *Phylloxera*, tous jeunes, tous de même grosseur et de même nuance jaune mat légèrement cuivré ; tous ou presque tous dans l'immobilité la plus complète. A force de chercher, je finis cependant par en voir un qui remuait ses antennes et deux qui marchaient. Ceux-ci présentaient tous les caractères de *Phylloxera* fraîchement éclos : très-petits, forme allongée très-déliée, agilité remarquable et couleur d'un jaune très-clair. Au milieu de ces myriades d'insectes, j'ai vu aussi un groupe de cinq œufs.

» Depuis le 15 novembre, jour où j'ai vu ces trois pucerons donnant des signes de vie et ces cinq œufs, il ne m'a plus été possible, dans tout le cours de l'hiver, de trouver d'autres œufs et de voir remuer d'autres *Phylloxera*. Pour ne plus revenir sur un autre fait, je dirai aussi, une fois pour *toutes*, que dans toutes mes recherches j'ai toujours rencontré les insectes établis indistinctement sur toutes les parties des racines et ne les ai jamais vus donner la moindre marque de préférence pour une place déterminée.

» *Mois de décembre.* — Les pluies de ce mois ont porté un nouveau coup au *Phylloxera*. Il devient assez difficile d'en trouver de vivants. Dans mes fouilles de tout le mois, je n'ai pas aperçu un seul œuf ni aucun insecte en mouvement.

» *Mois de janvier.* — Les *Phylloxera* morts qui, en novembre et en décembre, conservaient la couleur et les apparences d'insectes vivants étaient réellement morts. Ils se décomposent peu à peu, se fondent et disparaissent. Il en reste bien encore quelques groupes, mais ce n'est rien comparativement au nombre qu'il y avait en novembre ; mais si les morts sont bien morts, il est malheureusement certain aussi que les vivants sont bien vivants. La quantité de ces derniers ne me paraît pas avoir augmenté, mais aussi il ne me semble pas qu'elle ait diminué.

» *Mois de février.* — L'état général du *Phylloxera* est, à très-peu de chose près, le même que pendant le mois précédent. Les sujets vivants continuent à être assez difficiles à trouver. Leur nombre ne me paraît ni plus ni moins grand qu'en janvier.

» Un fait vraiment extraordinaire, c'est le temps que met à se décomposer le *Phylloxera* mort. Je trouve encore en février des groupes assez considérables qui ont toutes les apparences de la vie et qui certainement ont cessé d'exister depuis trois mois. Ce fait est sans doute particulier à l'hiver et à certaines situations. »

» *Conclusions.* — Depuis six mois je n'ai pas perdu de vue, un seul instant, le terrible *Phylloxera*. J'ai assisté à ses dernières transformations.

J'ai constaté la mort des mères, le passage de la vie active à l'engourdissement hivernal des jeunes, l'éclosion des derniers œufs. J'ai compté les pertes successives que les pluies ont fait éprouver aux colonies chargées de la propagation future. De mes nombreuses et constantes observations je puis, à coup sûr, tirer les conclusions suivantes :

» 1° Les caractères les plus saillants de l'hiver que nous venons de traverser sont : une grande douceur de température et une humidité excessive.

» 2° Les pluies considérables qui, du 2 octobre 1872 au 2 février 1873, nous ont donné plus de 600 millimètres d'eau ont fait périr un très-grand nombre de *Phylloxera*, mais ne les ont pas tous détruits. Dans toutes les situations où, par une cause ou par une autre, l'eau a séjourné assez de temps pour équivaloir à la submersion complète, méthodique et prolongée que je pratique dans mon vignoble, il ne reste pas un seul *Phylloxera;* mais on en trouve partout où l'eau n'a pas fait un séjour assez long.

» 3° Les *Phylloxera* ne montrent aucune préférence pour le lieu où ils doivent passer le temps de leur sommeil hivernal.

» 4° Une fois que l'insecte est entré dans la période de son engourdissement, l'instinct paraît lui faire complétement défaut pour fuir devant le danger. S'il doit succomber au froid, à l'eau ou à toute autre cause, il meurt à la place où il s'est fixé pour s'endormir.

» 5° En hiver le *Phylloxera* mort conserve pendant longtemps ses formes et sa couleur naturelles, s'il est tenu à l'abri du contact de l'air (dans la terre, dans l'eau, etc.); mais dès qu'il est exposé à l'air il se dessèche, s'aplatit, se creuse en forme de cuiller et sa couleur tourne au brun foncé et au noir.

» 6° Lorsque, en hiver, on extrait de terre une racine garnie de *Phylloxera*, il faut une très-grande habitude pour distinguer les insectes morts de ceux qui ne sont qu'engourdis. Je dirai même qu'au moyen d'une simple loupe il est impossible de s'assurer immédiatement de leur état réel. »

M. Tarry adresse un Mémoire « Sur les grands mouvements de l'atmosphère et sur l'origine et la marche des cyclones d'Europe ». Ce Mémoire est accompagné de cartes qui représentent la marche des phénomènes observés.

L'auteur joint à cet envoi une Lettre, qui lui est adressée par le P. *Denza*, sur une pluie de sable observée en Italie le 18 mars 1873.

(Ces divers documents seront soumis à l'examen d'une Commission composée de MM. Boussingault, Faye, Ch. Sainte-Claire Deville.)

M. Minary adresse un Mémoire intitulé « Nouvelle théorie des marées ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. Reynal adresse un complément à sa Note sur la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. Lailler adresse une nouvelle Lettre relative à son Mémoire sur « l'urine dans l'aliénation mentale ».

[Renvoi à la Commission des prix de Médecine (fondation Montyon).]

M. Verwaest adresse une nouvelle Lettre relative à son étude sur les pharmacopées d'Europe et d'Amérique.

(Renvoi à l'examen de M. Bussy.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *Hyrtl*, imprimé en allemand, et relatif à l'emploi de la corrosion dans les études anatomiques. (Renvoyé à l'examen de M. Milne Edwards.)

2° Une « Description paléontologique et géologique des étages jurassiques supérieurs de la Haute-Marne, par MM. *de Loriol*, *Royer* et *Tombeck* ». (Cet ouvrage est renvoyé, avec la Note manuscrite qui l'accompagne, à la Commission du prix Cuvier.)

3° Une brochure sur le phosphate de chaux natif, par M. *Malinowski*. (Cet ouvrage est renvoyé, avec la Lettre qui l'accompagne, à la Section de Géologie.)

4° Le 1er numéro de « La Tempérance, Bulletin de l'Associatiou française coutre l'abus des boissons alcooliques ».

5° Un volume de M. F. *Hément* portant pour titre « Premières notions de Cosmographie ».

M. Gaugain prie l'Académie de comprendre ses travaux parmi ceux qui seront admis au Concours du prix Trémont.

(Renvoi à la Commission.)

M. A. Cazin prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les observateurs qui doivent prendre part aux expéditions destinées à observer le passage de Vénus en 1874.

(Renvoi à la Commission.)

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau moyen de déterminer la position des surfaces nodales dans les masses gazeuses vibrantes;* Note de M. D. Gernez, présentée par M. Pasteur.

« Pour mettre en évidence la position des nœuds dans les tuyaux sonores, je me sers, depuis un certain nombre d'années, d'une membrane extrêmement mobile que je réalise en courbant, suivant une ligne fermée plane, l'extrémité d'un fil métallique et en l'immergeant dans l'eau de savon ou le liquide glycérique de M. Plateau. Cette lame est introduite dans un tuyau sonore dont une ou deux faces sont des lames de glace et de manière que son plan soit perpendiculaire à l'axe du tuyau et au voisinage d'un nœud; elle entre en vibration sitôt que l'on fait parler le tuyau, et sa surface se divise en parties vibrantes, séparées par des lignes nodales de figures variables suivant la forme du contour employé, et qui sont nettement visibles à la surface de cette espèce de miroir. Vient-on à amener cette membrane en coïncidence avec un nœud, on la voit rester immobile; mais le moindre déplacement en deçà ou au delà fait reparaître les lignes nodales.

» L'expérience est très-facile à réaliser, mais elle ne se prête pas à des recherches suivies, à cause de la fragilité des lames minces liquides. J'ai cherché à rendre persistantes des lames de ce genre, qui permettent non-seulement d'étudier les relations qui existent entre la forme des lignes nodales et celle de leur contour, mais aussi de déterminer par points les surfaces nodales dans les masses gazeuses vibrantes, en fixant les positions où ces sortes de plans d'épreuve restent immobiles. Je suis parvenu à réaliser des lames minces persistantes, extrêmement élastiques, dont la largeur peut dépasser 10 centimètres, et qui conviennent parfaitement aux recherches que je viens d'indiquer; et, bien que je ne puisse pas donner encore de résultats importants obtenus par ce procédé, je n'hésite pas à le faire connaître, dans l'espérance d'être utile à des expérimentateurs qui

pourraient consacrer à ces recherches plus de loisirs que je n'en ai eu jusqu'ici.

» Pour obtenir une lame mince permanente et élastique, j'emploie comme liquide une sorte de collodion analogue à celui dont je me suis servi pour reproduire et varier quelques expériences de capillarité (1). Celui qui m'a donné les meilleurs résultats se prépare de la manière suivante : dans un mélange de 89 parties d'éther et de 5,5 d'alcool absolu, on fait dissoudre 5,5 de coton-poudre photographique, et l'on ajoute, après la dissolution, 100 parties d'huile de ricin. Ce liquide se conserve dans un flacon bouché, à large col. Pour l'employer, on y plonge un fil métallique à contour fermé, de forme quelconque, que l'on enlève ensuite parallèlement à la surface du liquide, et l'on obtient une lame mince que l'on incline afin de rassembler l'excédant de liquide au point d'attache du contour avec la tige rigide qui lui sert de support. L'éther et l'alcool s'évaporent, la lame devient légèrement opaline, par la coagulation de l'huile de ricin sous l'influence du froid que produit l'évaporation de l'éther, mais peu à peu elle reprend sa transparence et constitue une surface semi-fluide permanente, qui, sur un fond peu éclairé, fait l'effet d'un miroir. De plus, elle est tellement extensible qu'il est facile d'en doubler la surface sans en déterminer la rupture, et son élasticité est si grande qu'après une extension aussi exagérée elle reprend son étendue primitive, sitôt qu'on supprime l'action déformatrice.

» Grâce à ces propriétés, cette lame, mise en vibration au moyen d'un tuyau sonore, par exemple, présente à sa surface des lignes nodales, nettement visibles, qui, pour un contour circulaire, sont les unes rayonnantes, les autres circulaires, et plus ou moins rapprochées suivant la hauteur du son qui en a provoqué les vibrations.

» Lorsque la lame immobile est éclairée par une source lumineuse quelconque, elle réfléchit la lumière à la façon d'un miroir plan ; mais sitôt qu'elle entre en vibration, sa surface déforme le faisceau incident, de manière à peindre, soit sur la rétine de l'observateur, soit sur un écran, par l'intermédiaire d'une lentille convergente, la disposition permanente des lignes nodales.

» Le phénomène est évidemment d'autant mieux accusé que le mouvement vibratoire est plus intense ; mais j'ai réussi à saisir des mouvements extrêmement faibles par la disposition suivante : d'un côté de la lame mince

(1) *Journal de Physique*, t. I, p. 324.

vibrante, je place une fente vivement éclairée, pratiquée, soit au volet d'une chambre obscure, soit à la cheminée en tôle d'une lampe à gaz ou à pétrole. En cherchant de l'autre côté l'image de cette ligne lumineuse, dans la membrane qui sert de miroir, j'observe un trait rectiligne, qui se déforme sitôt que la membrane vibre, et qui dessine des apparences analogues aux alternatives de ventres et de nœuds présentés par les cordes qui vibrent transversalement. La position d'une surface nodale peut se déterminer par points, avec une grande précision, à l'aide de cette observation optique du phénomène. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Dosage volumétrique de l'acide carbonique;* Note de M. A. HOUZEAU. (Extrait.)

« Jusqu'à ce jour, l'acide carbonique n'a été guère déterminé, dans les recherches de Chimie agricole ou dans les déterminations physiologiques accomplies hors du laboratoire, que par des pesées. La méthode que je présente aujourd'hui à l'Académie consiste à absorber l'acide carbonique par de la soude additionnée d'oxyde de zinc, à rendre ensuite insoluble le carbonate formé, en le précipitant par du chlorure de baryum neutre, et à évaluer alcalimétriquement, par l'acide sulfurique titré, la soude demeurée libre.

» La différence observée dans le titre de cette soude, avant et après l'absorption du gaz, représente l'acide sulfurique qui a été remplacé par une quantité équivalente de gaz carbonique. La production possible du bicarbonate de soude est signalée par l'oxyde de zinc qui se précipite.

» On absorbe l'acide carbonique à doser, par 10 centimètres cubes de la solution sodique (1) versée dans un tube Will, au bout duquel on suspend, à l'aide d'un caoutchouc, un léger tube témoin, contenant 1 centimètre cube d'eau de baryte ou un mélange de liqueur sodique et de chlorure de baryum. Après l'expérience, on procède à la précipitation du carbonate formé, puis ensuite au dosage de la soude demeurée libre.

---

(1) Préparée avec environ 200 centimètres cubes d'une lessive de soude à 36 degrés, dans la moitié desquels on dissout, à chaud, un gramme d'oxyde de zinc sec. Après refroidissement, on réunit les deux fractions de la solution sodique et on les étend d'une quantité suffisante d'eau pour faire un litre. Un centimètre cube de cette solution ne doit pas exiger, pour sa neutralisation, plus de 30 à 31 centimètres cubes de l'acide titré, dont 1 litre contient $3^{gr},5$ de $SO^3.HO$, et correspond à $1^{gr},57$ de CO^2.

» S'il arrive que, après l'absorption de l'acide carbonique, la liqueur sodique soit devenue trouble, on ne doit la soumettre au traitement du chlorure de baryum qu'après l'avoir additionnée d'une nouvelle prise de 10 centimètres cubes de soude normale, destinée à détruire le bicarbonate qui a pu se produire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'acide trichloracétique et les trichloracétates;* Note de M. A. CLERMONT.

« Après avoir réalisé l'oxydation de l'hydrate de chloral par l'acide azotique fumant (1) et par le permanganate de potasse (2), j'ai réussi à la produire par l'acide chromique : pour cela, il suffit de verser par petites portions une solution concentrée d'acide chromique pur dans une solution concentrée d'hydrate de chloral, et d'empêcher l'élévation de la température en entourant le vase d'eau froide; une moitié de la liqueur saturée avec du bicarbonate de potasse est mélangée à l'autre moitié, puis on abandonne le tout à l'évaporation spontanée; on observe, au bout de quelques jours, des cristaux octaédriques de trichloracétate acide de potasse, que j'ai décrits précédemment.

» *Trichloracétate de protoxyde de mercure.* — Lorsqu'on mélange des solutions concentrées de protonitrate de mercure et de trichloracétate neutre de potasse, on obtient un précipité blanc de trichloracétate de protoxyde de mercure, que l'on dissout dans une grande quantité d'eau, après l'avoir lavé rapidement par décantation; la liqueur, abandonnée à l'évaporation spontanée, laisse déposer de petits cristaux fasciculés dont la composition est représentée par les nombres suivants :

	Trouvé.		Calculé.
	I.	II.	
Protoxyde de mercure...........	56,98	56,95	57,38
Acide trichloracétique...........	42,40	42,25	42,62

Ces nombres correspondent à la formule $Hg^2O, C^4Cl^3O^3$.

» *Trichloracétate de bioxyde de mercure.* — La liqueur obtenue en faisant dissoudre l'oxyde de mercure préparé par voie humide dans l'acide trichloracétique laisse déposer des aiguilles prismatiques, peu solubles dans l'eau et assez solubles dans l'alcool et l'éther qui ne les décomposent

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 112.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1493.

pas, comme cela a lieu pour l'acétate correspondant. Leur analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé.
Bioxyde de mercure	41,18	41,25	41,14
Acide trichloracétique	56,59	56,41	56,86

Ces nombres correspondent à la formule HgO, $C^4Cl^3O^3$.

» *Trichloracétate de zinc.* — Ce sel a été obtenu en faisant dissoudre le carbonate de zinc dans une solution étendue d'acide trichloracétique; après plusieurs mois de séjour en présence de la chaux vive, la liqueur laisse déposer des paillettes brillantes, micacées, très-déliquescentes; essorées rapidement entre des doubles de papier joseph, puis abandonnées pendant quelques jours en présence de l'acide sulfurique, elles ont donné à l'analyse les nombres suivants :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé.
Oxyde de zinc	16,04	16,38	16,30
Acide trichloracétique	61,91	61,95	62,02
Eau (par différence)	22,05	21,67	21,68

qui conduisent à la formule ZnO, $C^4Cl^3O^3$, 6HO.

» *Trichloracétate d'urée.* — Ce sel a été préparé en mélangeant deux solutions d'urée et d'acide trichloracétique dans l'alcool absolu; il se présente en lamelles fragiles, dont la composition répond à la formule

$$C^2H^4Az^2O^2, HO, C^4Cl^3O^3,$$

comme le prouvent les nombres suivants :

	I.	II.	III.	IV.	Calculé.
Carbone	16,14	»	»	»	16,11
Hydrogène	2,27	»	»	»	2,23
Oxygène	»	»	»	»	21,47
Chlore	»	47,09	47,27	»	47,65
Azote	»	»	»	12,49	12,53

» Je reviendrai prochainement sur l'action de l'acide phosphorique anhydre sur ce sel, étude entreprise d'après les indications qu'a bien voulu me donner M. Dumas, et qui fera l'objet d'une Note que j'aurai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la rupture de la pellicule des fruits exposés à une pluie continue; expériences sur l'endosmose, faites sur des feuilles et sur des racines;* Note de M. **Joseph Boussingault**, présentée par M. Chevreul.

« Les fruits à minces pellicules, mûrs ou près de la maturité, se fendillent à la surface lorsqu'ils restent exposés à une pluie persistante; leur conservation devient alors impossible, et le seul moyen d'en tirer parti quand on ne les consomme pas immédiatement, c'est de leur faire subir la fermentation alcoolique.

» Les cerises, les prunes, les abricots, certaines variétés de raisins sont particulièrement sujets à cet accident. La rupture de la pellicule, dans la circonstance que je viens de rappeler, est certainement due à une augmentation de volume résultant d'une accumulation d'eau dans les cellules; le tissu épidermique n'étant pas suffisamment élastique cède, se déchire sur les points où il offre le moins de résistance; mais à quoi faut-il attribuer cette accumulation? Serait-ce à ce que l'eau apportée par la séve n'est plus évaporée? ce qui impliquerait que l'ascension des liquides dans l'organisme d'une plante persiste malgré les conditions les plus défavorables à l'évaporation. Or Hales a montré que la transpiration accomplie à la surface des feuilles est une des principales causes du mouvement de la séve. Aussi ce mouvement cesse-t-il durant la nuit ou par un temps pluvieux, l'absorption par les racines étant alors suspendue. On ne saurait donc admettre que l'eau accumulée provienne de la séve, et il y a tout lieu de croire qu'elle pénètre dans le fruit en traversant la pellicule par endosmose.

» Le 1er juillet, à 7 heures du soir, on suspendit dans l'eau une cerise noire. Douze heures après, deux fissures apparurent sur la pellicule. Le fruit a été pesé après avoir été essuyé.

Cerise avant l'immersion	6gr,105
» après l'immersion	6,192
Eau entrée en douze heures	0,087

Un accroissement de volume occasionné par l'introduction de 0cc,1 d'eau a déterminé la rupture de la pellicule.

» Le 2 juillet, à 11 heures du matin, une cerise rose pâle (bigarreau) fut suspendue dans l'eau.

» A 2 heures de l'après-midi, la cerise n'était pas entamée; néanmoins

on reconnut la présence du sucre réducteur dans l'eau d'immersion. A 6 heures du soir, il y avait deux légères fissures.

Cerise avant l'immersion...........	9,537 gr		
» après l'immersion..........	9,635		
Eau entrée en sept heures.....	0,098	Par heure	0gr,014

Une augmentation de $\frac{1}{10}$ de centimètre cube avait fait rompre la pellicule.

» *Prunes de mirabelles.* — Une prune pesant 13gr,015, d'une surface de 24 centimètres carrés, a été suspendue dans l'eau. Cinq heures après, la pellicule était rompue sur plusieurs points. Avant la rupture, on avait reconnu la présence du sucre dans l'eau d'immersion :

Avant l'immersion, la prune pesait.......	13,015 gr		
Après l'immersion....................	13,310		
Eau introduite en cinq heures.....	0,295	Par heure....	0,059 gr
Par heure et par centimètre carré..............................			0,0025.

Une augmentation de $\frac{3}{10}$ de centimètre cube dans le volume du fruit avait fait rompre la pellicule.

» *Prunes noires.* — Une prune du poids de 41gr,80, dont la surface était de 46cq,3, a présenté plusieurs fissures, après être restée dans l'eau pendant vingt-quatre heures. Avant la rupture de la pellicule, l'eau renfermait du sucre :

Poids avant l'immersion.................	41,80 gr		
Après l'immersion......................	45,35		
Eau entrée en vingt-quatre heures...	3,55	Par heure....	0,148 gr
Par heure et par centimètre carré..............................			0,0032.

La rupture a eu lieu par un accroissement de 3cc,5 dans le volume du fruit.

» *Poire.* — Une poire a été tenue en suspension dans l'eau; trois jours après, il y eut apparition de sucre. La rupture de la pellicule n'eut pas lieu avant le douzième jour :

Avant l'immersion, la poire pesait..........	58,49 gr	surface : 71cq,7	
Après l'immersion......................	61,50		
Eau entrée en douze jours...........	3,01	Par jour....	0,251 gr
Par jour et par centimètre carré..............................			0,003.

» *Raisin.* — Deux grains de la variété dite Tokai, pesant ensemble 7gr,66,

ayant une surface de $5^{cq},10$, ont été plongés dans l'eau. La pellicule de l'un des grains se rompit le cinquième jour. Avant cette rupture l'eau contenait du sucre réducteur.

Avant l'immersion les grains pesaient.....	$7^{gr},66$		
Après l'immersion....................	8,07		
Eau introduite en cinq jours.......	0,41	Par jour	$0^{gr},082$
Par jour et par centimètre carré..........			$0^{gr},016$

La rupture a été déterminée par $\frac{2}{10}$ de centimètre cube d'accroissement dans le volume du grain de raisin.

» De ces expériences il paraît résulter que la rupture de la pellicule des fruits sucrés pendant une pluie continue est la conséquence d'un accroissement de volume occasionné par une introduction d'eau. Il en ressort, en outre, que, par endosmose, le fruit cède à l'eau dont il est entouré une partie de sa matière sucrée.

Feuilles.

» Les feuilles exposées à la pluie n'éprouvent pas l'effet que l'on remarque sur la plupart des fruits, leur épiderme reste intact. Il est vrai qu'elles sont mouillées difficilement, surtout si elles sont rigides. Pour les feuilles flexibles, la perméabilité en est plus prononcée.

» *Chou*. — La feuille de cette plante contient du sucre réducteur.

» Une feuille d'un vert pâle a été immergée; quatre jours après, l'eau réduisait la liqueur cupropotassique.

» *Agave americana*. — La feuille d'agave renferme une forte proportion de sucre de canne mêlé à un sucre réducteur.

» Un fragment de feuille pesant 30 grammes a été suspendu dans l'eau; deux jours après, on trouva du sucre interversible dans l'eau d'immersion, mais pas de sucre réducteur.

» Des feuilles de B. Bazaloïdes furent plongées dans l'eau; deux jours après, il y avait du sucre interversible dans l'eau d'immersion sans traces de sucre réducteur. Il paraîtrait que, durant l'immersion des feuilles, il y a eu à la fois endosmose et dialyse.

Racines.

» Il restait à examiner si l'épiderme des racines se comporterait comme la pellicule des fruits, comme le tissu enveloppant les feuilles; si, en absorbant l'eau par imbibition, les organes souterrains d'une plante céderaient au liquide placé en dehors de l'organisme une partie de leurs matières sucrées.

» Un navet privé de feuilles, pesant 400 grammes, fut tenu en suspension dans l'eau. Le huitième jour cette eau ne renfermait pas la moindre trace de sucre.

» Une betterave du poids de 1075 grammes a été submergée jusqu'au collet; après dix jours d'immersion la betterave n'avait pas cédé de sucre, quoiqu'elle dût en contenir à peu près 100 grammes.

» Sans doute une racine privée de feuilles n'est plus dans une condition favorable à l'absorption; néanmoins l'endosmose pouvait avoir lieu ainsi qu'il arrive lorsqu'une dissolution de sucre est séparée de l'eau par une membrane. Des expériences instituées au Conservatoire des Arts et Métiers ont d'ailleurs démontré que la non-diffusion du sucre de la betterave, du navet dans l'eau ambiante ne tient pas comme on aurait pu le croire à l'épaisseur, à une texture passablement ligneuse, mais probablement à une constitution de l'épiderme dont ces racines sont enveloppées.

» Des graines de froment, d'orge, de maïs, ont été mises à germer sur des toiles métalliques posées à une très-courte distance de la surface de l'eau, de façon à ce que les radicelles pénétrassent dans ce liquide presque aussitôt après leur apparition. Quand les racines eurent une longueur de 8 à 10 centimètres, ce qui arriva vingt jours après la germination, on rechercha les matières sucrées dans l'eau où elles s'étaient développées. Dans aucun cas on ne réussit à y constater la présence du sucre, soit avant, soit après avoir interverti. Cependant toutes ces racines avaient une saveur fortement sucrée. Les racines du froment broyées avec de l'eau fournirent une solution réduisant énergiquement la liqueur cupropotassique. Dans $1^{gr},4$ de racines de maïs, on dosa $0^{gr},1$ de sucre : environ 7 pour 100.

» Durant cette végétation naissante des céréales, il s'est formé des feuilles d'une longueur de 8 à 10 centimètres. Par conséquent il a dû y avoir absorption de la part des racines, déterminée par la transpiration des parties vertes.

» Or, pendant ce mouvement ascensionnel de l'eau extérieure vers la plante, des matières saccharines n'ont pas été exclues, il n'y a pas eu d'endosmose. Les racines délicates, transparentes, à nombreuses radicelles, des céréales se sont comportées exactement comme la betterave, le navet à épiderme épais; l'eau les a pénétrées sans qu'il y ait eu diffusion du sucre des cellules dans l'eau d'immersion. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la limite des neiges persistantes et son élévation dans les diverses régions du globe;* Note de M. Ch. Grad, présentée par M. Le Verrier.

« Nulle part la neige ne se maintient à l'état où elle est tombée. Une fusion, plus ou moins rapide, combinée avec une évaporation sensible, tend à la faire disparaître partout. Cette double influence de l'évaporation et de la fusion élève sans cesse le bord inférieur des amas de neige dans les montagnes, depuis le printemps jusqu'en automne, et la limite où les neiges s'arrêtent, à une hauteur à peu près constante d'une année à l'autre, est la limite des neiges persistantes. Vue de loin, la limite des neiges persistantes paraît atteindre un même niveau sur tous les points du même versant d'une même chaîne de montagnes. Elle dessine une ligne à peu près droite que les contre-forts rocheux et dénudés interrompent ou dépassent souvent, mais au-dessous de laquelle les neiges, accumulées dans les dépressions et les vallées, ne semblent pas descendre. Si, après avoir considéré cette ligne à distance, on s'en approche pour en déterminer l'altitude sur les flancs des montagnes par des mesures exactes, on lui voit subir des écarts considérables dans des localités assez rapprochées, de manière à s'élever dans les unes, à s'abaisser dans les autres, selon leur exposition. L'exposition influe beaucoup sur l'intensité de la fusion, sous l'action directe du Soleil et du rayonnement de la chaleur d'abord, puis sur l'abondance plus ou moins grande des précipitations ou des chutes de neige.

» Parmi les physiciens qui ont essayé de fixer les rapports entre la limite des neiges persistantes et la température moyenne de l'air, aucun ne me semble avoir tenu compte de l'influence de la hauteur annuelle des précipitations sur l'altitude de cette limite. Selon Bouguer, la limite des neiges persistantes correspond, sur toute la surface terrestre, à la hauteur où la *température moyenne annuelle* de l'air atteint zéro degré C. D'après Alexandre de Humboldt et Léopold de Buch, c'est la *température moyenne de zéro degré pendant l'été* qui doit fixer la même limite. Enfin M. Renou, dans une Communication récente faite à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus*, t. LVIII, p. 351), admet que, « dans toutes les contrées de la Terre, la limite des neiges persistantes est l'altitude à laquelle la moitié la plus chaude de l'année a une température moyenne égale à celle de la glace fondante ». A vrai dire, les observations positives manquent ou sont insuffisantes pour établir le rapport exact entre la température de l'air et la limite inférieure des neiges persistantes. Quant à l'influence de la hauteur annuelle des pré-

cipitations, elle ressort de cette simple remarque que, sous une même latitude et avec le même degré de chaleur, la limite inférieure des neiges descend d'autant plus que les neiges sont tombées en plus grande quantité et que le climat est plus nuageux. Dans toutes les régions montagneuses, les chutes de neige sont plus abondantes, à latitude égale, sur le versant exposé en premier lieu aux vents humides, comme le démontrent notamment les observations faites sur les montagnes de la Norwége, sur les Alpes du sud de la Nouvelle-Zélande, sur les monts de Koueu-Couen, de Kara-Koroum et des Himalaya.

» Les observations que j'ai faites dans les différentes parties des Alpes suisses me déterminent à considérer comme limite inférieure des neiges persistantes *la ligne des névés* déjà proposée par Hugi, le premier qui a commencé des mesures exactes pour fixer l'altitude de cette limite. Tout le monde sait que les névés sont des neiges grenues, transformées par une fusion partielle et formant à la surface des glaciers une série d'amas ou de couches annuelles successives, dont les contours sont faciles à reconnaître. Les contours de la dernière couche en amont constituent la limite inférieure des neiges persistantes, dont l'altitude précise a été mesurée seulement sur un petit nombre de points, la plupart des hauteurs indiquées par les géographes étant seulement des évaluations approximatives. Dans les Alpes du milieu de l'Europe, l'altitude moyenne de cette limite atteint 3200 à 3300 mètres pour le groupe des Alpes maritimes et celui des Alpes cottiennes, 2800 sur le versant nord et 3200 sur le versant sud des Alpes du Valais, 2600 à 2700 dans les Alpes de Glaris, etc. Dans les Alpes scandinaves, où la température est plus élevée sur le versant de l'ouest exposé en même temps aux vents humides, la limite des neiges, par 67 degrés de latitude, descend à 1000 mètres d'altitude, tandis que sur le versant oriental, à la fois plus sec et plus chaud, elle s'arrête déjà à 1200 mètres. Sur le versant sud des Himalaya, plus chaud et plus humide, les neiges persistantes s'abaissent jusqu'à 4950 mètres, et sur le versant nord, plus sec et plus froid, elles se trouvent à 5300 mètres. Il en est de même sur beaucoup d'autres points du globe, comme le montrent les données réunies dans le tableau suivant :

RÉGIONS.	LATITUDES.	LIMITE INFÉRIEURE des neiges persistantes.	EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE des glaciers.
Sept-Iles, océan Arctique....	80° 40′ nord.	400m	?
Iles Spitzbergen............	76° 55′ »	457m	Niveau de la mer.
Groënland oriental..........	74° »	1000m	Id.
Ile Jan-Mayen...............	71° »	396m	Id.
Laponie.....................	70° »	900m N., 1000m S.	? ?
Alpes scandinaves...........	67° »	1000m O., 1200m E.	800m, Salajegma.
Islande.....................	64° »	936m	Près de la mer, Skrid lokul.
Monts Oural.................	63° 47′ »	1400m	? ?
Côte occidentale d'Amérique.	60° 71′ »	1645m	Niveau de la mer.
Montagnes Rocheuses.........	52° »	2625m	1320m, Mont Forbes.
Monts Sajan, Siberie........	51° 40′ »	3310m	2138m, Icchol.
Chaîne de l'Altaï...........	49° 45′ »	2200m	1266m, Katunaja.
Tatra de Hongrie............	49° 10′ »	2140m	2108m ?
Alpes suisses...............	45° 50′ »	2600m N., 3300m S.	990m, Grindelwald.
Chaîne du Caucase...........	43° 12′ »	3430m O., 3700m N.	1990m, Desdaroki.
Montagnes Rocheuses.........	43° 2′ »	3700m	? ?
Pyrénées....................	42° 38′ »	2900m N., 3200m S.	2197m, Vignemald.
Monts Thian-Sihan...........	42° »	3850m	3100m, ?
Sierra de Californie........	41° 30′ »	3450m	? ?
Monts Ararat................	39° 42′ »	4350m	3186m, Vallée de Jacob.
Sierra d'Andalousie.........	37° 5′ »	3000m N., 3100m S.	2933m, Corral de Veleda.
Monts Elbours, Perse........	36° »	4400m	2966m, Deria Sach.
Chaîne de Kouan-Louen.......	36° »	4450m N., 4800m S.	3100m, ?
Chaîne de Kara-Koronm.......	35° 38′ »	5675m N., 5920m S.	3090m, Bepho.
Himalaya....................	27° 59′ »	5300m N., 4950m S.	3208m, Tschoja.
Cordillère du Mexique.......	19° 2′ »	4400m	4120m, El Corte.
Monts du Tigré, Abyssinie...	13° 10′ »	4300m	? ?
Cordillère de Colombie......	4° 46′ »	4670m	4270m, Coml.
Andes de Quito..............	0° Équateur.	4850m	4600m, Altar.
Massif du Chimborazo........	1° 30′ sud.	4850m	? ?
Monts Dschaga, Afrique......	3° 7′ »	5100m	? ?
Cordillère de Bolivie.......	15° 52′ »	5230m	5002m, Ilimani.
Andes du Perou..............	19° 47′ »	5750m	? ?
Andes du Chili, Atacama.....	24° 15′ »	5330m	? ?
Andes de Nuble..............	35° 43′ »	2580m	2200m, Chillan.
Andes de Valdivia...........	39° 14′ »	1710m	1500m, Ventisqueras.
Nord de la Nouvelle-Zélande.	39° 20′ »	2380m	? ?
Alpes de la Nouvelle-Zélande.	43° 36′ »	2300m	200m, François-Joseph.
Patagonie	43° 11′ »	1830m	Niveau de la mer.
Terre de Feu................	54° 27′ »	1200m	Id.

« Tous les nombres que j'ai réunis ici, pour quarante lieux différents de la surface terrestre, n'ont pas le même degré de précision; mais ils suffisent néanmoins pour montrer que la limite inférieure des neiges persistantes ne dépend pas seulement de la température, et que l'abondance des précipitations la fait varier beaucoup sous la même latitude. Cette limite

se tient, à la plus grande hauteur, à 5920 mètres, sur le versant sud des montagnes de Kara-Koroum, à l'intérieur de l'Asie, entre 35 et 36 degrés de latitude septentrionale. Elle s'arrête à 4850 mètres dans les Andes de Quito, sous l'Équateur, soit à 1000 mètres plus bas que son élévation dans la chaîne de Kara-Koroum, à une latitude déjà élevée et sous un climat bien plus froid mais plus sec. Par aucun point de notre globe la limite des neiges persistantes n'atteint le niveau de la mer, pas même dans les régions où le climat de la moitié la plus chaude de l'année est inférieur à zéro, comme au Groënland ou dans le groupe des îles Spitzbergen. Les glaciers seuls descendent jusqu'au niveau de la mer, par 43 degrés de latitude déjà dans le sud de la Patagonie, et par 60 degrés de latitude sous la côte occidentale de l'Amérique du Nord, par suite de précipitations de neiges excessives causées par les vents humides. »

SÉRICICULTURE. — *Note de* M. GUISQUET, *sur le procédé Pasteur.*

« Tous les éducateurs de vers à soie qui sont au courant des progrès dus aux travaux de M. Pasteur et des nombreux savants et praticiens qui appliquent ses méthodes en France, en Italie, en Autriche auront lu avec la plus grande surprise la Note que M. Guérin-Méneville vient d'adresser à l'Académie, Note étrange, où l'auteur prétend démontrer que des graines provenant de parents corpusculeux donnent, sans distinction, des vers sains et de bonnes récoltes, et que, si la Sériciculture s'améliore, il faut l'attribuer, non à l'application de plus en plus générale du procédé Pasteur, mais à ce que la maladie s'en va.

» M. Guérin s'appuie sur quelques faits, au nombre de treize seulement, qu'il n'a pas observés lui-même et qui sont déduits d'éducations faites avec des graines qu'il n'a pas confectionnées. On ne comprend vraiment pas qu'on apporte aussi peu de résultats et des résultats aussi peu sérieux pour combattre la valeur, si bien établie depuis cinq et six années, d'un procédé qui se répand de plus en plus dans toutes les contrées séricicoles de l'Europe; mais ce qui doit le plus surprendre les praticiens, c'est que les observations d'emprunt que M. Guérin-Méneville a communiquées à l'Académie, M. Pasteur pourrait les revendiquer comme étant en parfait accord avec les principes qu'il a établis.

» En effet, selon M. Guérin-Méneville, les graines faites par MM. Laugier et Monval, à Oraison (Basses-Alpes), étaient les unes très-bonnes et les autres très-mauvaises, et celles-ci ne devaient rien produire, car elles pro-

venaient d'éducations où le microscope accusait, chez les papillons, 10,30 et jusqu'à 50 pour 100 d'infection corpusculeuse.

» Remarquons d'abord que M. Guérin ne parle que de la maladie des corpuscules et qu'il laisse complétement de côté la flacherie. Remarquons de plus que, si M. Guérin avait lu avec attention l'Ouvrage de M. Pasteur, il aurait vu que deux des chapitres du premier volume sont consacrés à prouver que les papillons corpusculeux peuvent, suivant les cas, donner des graines corpusculeuses et des graines non corpusculeuses; que cela dépend de l'âge auquel les vers et les chrysalides ont été infectés. Par conséquent, dire, comme le fait M. Guérin, que des graines doivent être forcément très mauvaises parce qu'elles proviennent de parents corpusculeux, à 10, 30 et 50 pour 100, c'est montrer qu'on ignore des faits certains et très-bien démontrés par M. Pasteur. Ce qui n'empêche pas, comme le recommande M. Pasteur, qu'il faut à tout prix rejeter des reproducteurs aussi infectés, car le graineur ne peut pas faire la recherche scientifique nécessaire pour préciser l'âge auquel les chrysalides se sont infectées. Il doit agir pratiquement, et, par prudence, rejeter des cocons qui, à la rigueur, auraient pu donner de bonnes graines.

» En résumé, M. Guérin-Méneville s'appuie, dans la Note que je critique, sur des faits incomplets, mal observés, et qui n'auraient aucune valeur, alors même qu'ils auraient été mieux observés, parce qu'ils reposent sur des principes erronés; ils sont en si petit nombre d'ailleurs et correspondent à une année si défavorable aux éducations, l'année 1872, qu'ils ne peuvent, en quoi que ce soit, infirmer les faits si nombreux que nous devons à la pratique.

» Remettre en question des principes et un procédé que la grande et la petite culture reconnaissent de plus en plus excellents, c'est nuire au progrès de l'industrie séricicole. Propriétaire, à Saint-Ambroix (Gard), de terres d'une étendue considérable, plantées en mûriers, convaincu de l'excellence du procédé Pasteur, quand il est bien appliqué et que la saison n'est pas trop défavorable à l'éducation du ver à soie, je crois rendre service aux éducateurs en venant protester contre la Note dangereuse de M. Guérin-Méneville.

» L'Académie connaît le degré de misère où la maladie avait jeté, il y a seulement quelques années, les populations de nos Cévennes placées dans l'impossibilité de se procurer de bonnes semences. Eh bien! ces populations ruinées reviennent petit à petit au bien-être, et bénissent l'œuvre de délivrance qu'elles doivent uniquement aux études persévérantes de M. Pasteur, que l'Académie elle-même a provoquées.

» J'ai cru de mon devoir, et pour satisfaire un sentiment personnel de reconnaissance, de protester publiquement contre des allégations qui pourraient être prises au sérieux par des personnes étrangères à cette précieuse branche de notre industrie. »

ZOOLOGIE. — *Sur les moyens employés par les lombrics pour défendre l'entrée de leurs galeries souterraines.* Extrait d'une Lettre de M. E. **Robert** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Dans les allées des jardins couvertes de gravier, on aperçoit souvent de petites éminences autour desquelles la terre est à nu. Si l'on ouvre une de ces petites buttes, on distingue au centre l'orifice d'une galerie de lombrics, garnie de ces déjections terreuses qui enveloppent les détritus végétaux que l'animal a emmagasinés, pour en faire sa nourriture (1).

» Je ne vois qu'une manière d'expliquer ces faits. Comme tous les animaux qui vivent dans la terre, le lombric cherche à dissimuler les issues de sa demeure pour se défendre contre la voracité des insectes carnassiers; et en effet les graviers qu'il a réunis sont *agencés* de telle façon qu'il ne reste pas le plus petit passage pour un insecte un peu gros, tel qu'un carabe.

» Le ramassage des pierres n'a lieu que la nuit; la moindre lumière, le plus faible piétinement du sol font rentrer brusquement les lombrics dans leur trou; mais si l'on efface le soir les petits blockhaus dont les allées sont hérissées, le lendemain matin tout est réparé. »

ZOOLOGIE. — *Sur les phénomènes d'hibernation offerts par des mouches soumises à des alternatives de chaud et de froid excessif, en Russie.* Extrait d'une Lettre de M. D. **Goubareff**.

« Il existe en Russie, à la campagne, de petites maisons, construites uniquement pour l'usage des bains russes à vapeur. Ces maisons ne sont pas habitées, et ne sont chauffées que les jours où l'on veut prendre un bain. Celle dans laquelle j'ai fait mes observations n'a été chauffée que deux fois pendant six mois le 3 janvier et le 15 février. Le thermomètre placé en

(1) C'est ainsi que les feuilles qui jonchent la terre, à la fin de l'automne, finissent par disparaître. Les lombrics absorbent les feuilles en voie de décomposition, après les avoir entraînées par le pétiole; de sorte qu'en retirant l'espèce de bouchon qui obstrue l'orifice de la galerie, à une assez grande profondeur, on ne trouve plus qu'un faisceau de fibres végétales que l'animal n'a pu digérer.

plein air marquait jusqu'à — 20 degrés Réaumur. Le thermomètre placé dans l'intérieur de la maison marquait jusqu'à — 8 degrés Réaumur.

» La grande quantité de mouches restées dans cette maison depuis le mois d'août, et endormies depuis le mois d'octobre, époque où les mouches en Russie deviennent inanimées, ressuscitaient et voltigeaient avec bruit, comme au soleil chaud d'été, chaque fois qu'on chauffait la maison à + 33 degrés Réaumur et davantage; elles retombaient ensuite dans leur torpeur, lorsque le froid envahissait la maison abandonnée. L'observation a été faite sur les mêmes mouches aux deux dates indiquées plus haut. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Phénomène optique produit par la condensation de la rosée sur le gazon éclairé par le Soleil.* Note de M. J. LETERME. (Extrait.)

« La lecture des *Comptes rendus* du 17 février dernier, et de la Note relative au phénomène optique observé dans l'ascension aérostatique de M. Tissandier, m'a rappelé une observation que j'avais consignée autrefois dans mes notes de voyage.

» Au printemps, le matin, lorsque le Soleil, arrivé à 15 ou 20 degrés au-dessus de l'horizon, a déjà un peu réchauffé l'atmosphère et qu'il s'est produit une légère condensation de vapeurs sur le tapis de gazon qui borde les routes, le voyageur peut voir sa silhouette, projetée sur ce tapis de verdure humide, entourée d'un contour lumineux dans lequel on reconnaît les couleurs du spectre, mais où le rouge domine.

» ... Cette observation, faite dans des conditions qui permettent de la renouveler et de l'étudier facilement, ne sera peut-être pas complétement inutile. »

M. HARTSEN adresse une Note sur la matière colorante bleue des baies.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de dresser une liste de candidats pour remplir la place laissée vacante par la mort de M. le maréchal *Vaillant* présente la liste suivante :

En première ligne	M. **Cosson**.
En deuxième ligne	M. **de la Gournerie**.
En troisième ligne	M. **Kuhlmann**.
En quatrième ligne	M. **A. Sédillot**.
En cinquième ligne et par ordre alphabétique	M. **Jacquin**. M. **du Moncel**.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 23 mars 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Un naturaliste philosophe. Lamarck, sa vie et ses œuvres; par M. Ch. Martins. Paris, imp. J. Claye, 1873; br. in-8°. (Extrait de la *Revue des Deux Mondes.*)

Description géologique et paléontologique des étages jurassiques supérieurs de la Haute-Marne; par P. de Loriol, E. Royer *et* H. Tombeck. Paris, Savy, 1872; 1 vol. in-4°. (Présenté par M H. Sainte-Claire Deville.)

Sur les phénomènes d'interférence produits par les réseaux parallèles; par M. A. Crova. Montpellier, typ. Boehm et fils, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Montpellier.*)

Théorie des équations générales de la résistance des matériaux; par M. de Perrodil. Paris, Dunod, 1873; br. in-8°.

Application des équations du problème général de la résistance des matériaux

au problème de la stabilité d'une voûte d'épaisseur variable traitée comme un monolithe homogène; par M. DE PERRODIL. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Ces deux derniers ouvrages sont présentés par M. de Saint-Venant pour le Concours Dalmont.)

Guide pratique pour la détermination des minéraux; par le Dr C.-W.-C. FUCHS, professeur à l'Université de Heidelberg, traduit de l'allemand par A. GUÉROUT. Paris, F. Savy, 1873; in-8°. (Présenté par M. Delafosse.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. Th. du Moncel. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°.

Traité spécial des phosphates de chaux natifs, etc.; par M. J. MALINOWSKI. Paris, Savy; Cahors, Laytou, 1873; 1 vol. in-8°.

La tempérance. Bulletin de l'Association française contre l'abus des boissons alcooliques; année 1873, n° 1. Paris, imp. Donnaud, 1873; in-8°.

Association scientifique de France. Compte rendu des travaux de la session régionale de Montpellier, par le Dr L.-H. DE MARTIN. Montpellier, C. Coulet, 1872; in-8°.

Leçons élémentaires de Géologie appliquée à l'agriculture, faites à l'École normale primaire de Troyes par M. A. MEUGY; 2e édition. Paris, Savy; Troyes, Bertrand-Hu, 1871; in-8°.

Premières notions de Cosmographie; par F. HÉMENT. Paris, Ch. Delagrave, 1870; in-8°, cartonné.

Die Corrosions-Anatomie und ihre Ergebnisse; von Dr J. HYRTL. Wien, 1873, W. Braumüller, 1 vol. in-4°, relié.

Tables of the numerical values of the sine-integral, cosine-integral, and exponentiel-integral; by J.-W.-L. GLAISHER, Trinity-College, Cambridge. (Communicated by prof. Cayley.) Sans lieu ni date; br. in-8°.

On the law of facility of errors of observations, and on the method of least squares; by J.-W.-L. GLAISHER. London, printed by J. Strangeways, 1872; in-4°.

On the calculation of Euler's constant; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1871; opuscule in-8°.

On a theorem in definite integration; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1870; opuscule in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 31 MARS 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur la théorie de l'aimant normal et sur le moyen d'augmenter indéfiniment la force des aimants;* par M. J. JAMIN.

« Dans la séance du 16 décembre 1872, j'ai fait connaître à l'Académie le procédé qui me permet de mesurer la force nécessaire pour arracher un contact de fer très-petit, toujours le même, placé sur les divers points d'un aimant. Cette force est mesurée en grammes; je la désigne par F. Je vais dire comment elle varie pour les divers points d'une lame aimantée droite, longue, plate et large.

» Sur la ligne menée au milieu de cette lame parallèlement à sa longueur, c'est-à-dire le long de l'axe, la force F est nulle, non-seulement au milieu, mais jusqu'à une petite distance des deux bouts; après quoi elle grandit rapidement jusqu'aux extrémités où elle forme deux courbes égales, convexes par rapport à l'aimant et dont Biot a donné l'équation. Il en est de même sur toute ligne parallèle à l'axe, avec cette différence que les ordonnées des courbes sont plus grandes vers les bords qu'au milieu. Je n'ai étudié que la courbe axiale; c'est de celle-là qu'il sera exclusivement question dans ce qui va suivre.

» Pour un même acier aimanté à saturation, F augmente avec l'épais-

seur de lame, suivant des lois probablement compliquées que je n'ai pas encore étudiées; elle ne varie pas sensiblement avec la largeur. Toutes mes expériences ont été faites avec des ressorts d'acier qui avaient une épaisseur égale à 1 millimètre. Les lois que je ferai connaître s'appliqueront probablement à d'autres épaisseurs, avec des valeurs différentes des coefficients.

» I. Quand on superpose deux lames aimantées pareilles, les courbes qui représentent les valeurs de F s'élèvent, parce que le magnétisme quitte les faces que l'on met en contact pour se réfugier sur les parties extérieures. En même temps, les deux courbes se rapprochent l'une de l'autre et du milieu de l'aimant. Cet effet augmente avec une troisième lame et avec une quatrième. Finalement les deux courbes se joignent au milieu.

» A partir de ce moment, le faisceau est arrivé à son maximum. Un plus grand nombre de lames ne change rien à son intensité en chaque point; et si on le démonte pour étudier séparément chacune des assises qui le composaient, on trouve qu'elles ont perdu une partie d'autant plus grande de leur aimantation première qu'on en avait placé davantage. En résumé, toute addition au nombre-limite des lames est en pure perte et ne fait que dépenser inutilement de l'acier. Cet aimant final est le seul susceptible d'une définition précise et le seul qu'on doive employer, puisqu'il donne le maximum d'effet : je l'appellerai *aimant normal* ou *aimant limite*. On va voir qu'alors toutes les questions magnétiques se réduisent à une simplicité inespérée.

» II. La courbe qui représente la force F dans l'aimant normal est alors une parabole représentée par l'équation $F = Ax^2$, x étant la distance au centre de la lame, et A un coefficient qui varie avec la longueur. Les nombres suivants justifient cette loi. On remarquera que les valeurs de F croissent d'abord très-rapidement avec le nombre des assises, pour arriver très-lentement à leur maximum qu'ensuite elles ne dépassent pas.

Valeurs de la force F.

$2l = 480$.

Distance au centre.	3 lames.	7 lames.	9 lames.	15 lames.	Calculé.
240 mm	41 gr	42 gr	48,2 gr	54,3 gr	57,6 gr
220	25,4	36	40,2	45,0	48,4
190	13,9	25,6	32,6	37,2	36,1
140	9,5	17,0	16,5	20,1	19,6
90	»	7,8	8,5	8,6	8,1
40	»	1,2	1,5	1,5	1,6

$2l = 310.$

Distance au centre.	1 lame.	2 lames.	3 lames.	5 lames.	6 lames.	8 lames.	12 lames.	Calculé.
mm	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
155	12,5	22,1	28,0	35,5	37,0	38,4	37,8	35,4
145	8,5	15,0	20,7	30,7	30,2	30,5	34,0	32,3
125	4,0	7,6	16,7	21,2	24,3	23,5	25,0	24,0
105	1,5	4,5	10,2	15,0	18,0	18,5	18,0	16,9
85	0,6	2,0	7,5	10,0	12,7	15,6	14,2	10,8
55	»	0,6	2,5	5,0	7,1	7,0	7,6	4,5
35	»	»	1,4	3,0	3,5	3,2	3,0	1,4
15	»	»	0,2	0,5	0,5	0,7	1,5	0,3

$2l = 250.$

Distance au centre.	1 lame.	2 lames.	3 lames.	4 lames.	7 lames.	11 lames.	30 lames.	Calculé.
mm	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
125	14,5	24,6	28,2	28,6	31,6	27,6	29,6	29,6
105	10,0	12,7	16,2	18,7	18,2	19,7	19,9	20,9
75	3,0	7,0	8,6	11,2	11,2	11,2	11,2	10,4
25	»	1,0	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,2

$2l = 200.$

Distance au centre.	1 lame.	2 lames.	3 lames.	4 lames.	6 lames.	Calculé.
mm	gr	gr	gr	gr	gr	gr
100	10,0	20,0	26,5	25,0	25,0	24,0
90	6,0	13,5	13,5	20,5	20,8	19,4
70	3,2	8,9	11,2	12,4	13,0	11,7
50	2,0	5,0	7,5	6,9	7,0	6,0
20	0,4	1,0	1,7	1,4	1,5	0,9

$2l = 100.$

Distance au centre.	1 lame.	2 lames.	3 lames.	5 lames.	Calculé.
mm	gr	gr	gr	gr	gr
50	7,6	9,7	11,4	12,7	12,0
40	4,7	7,0	7,7	7,8	7,6
30	3,4	5,5	5,5	5,5	4,3
20	1,5	2,5	2,0	1,8	1,06
10	»	1,5	0,4	0,4	0,4

» III. Il est difficile de dire après quel nombre de lames le maximum est atteint, puisqu'on n'y parvient que lentement; mais il est évident que ce nombre est d'autant plus grand que la longueur du faisceau est plus considérable. Il en faut 3 ou 4 pour 100 millimètres, 6 à 8 pour 200, 9 à 14 pour 300. On peut dire approximativement que ce nombre est proportionnel à la longueur du faisceau que l'on veut former.

» IV. Les tableaux précédents montrent que la force d'arrachement

à l'extrémité du faisceau normal augmente avec la longueur $2l$. Elle est de 49 grammes pour 480 millimètres, de 38 pour 310, de 25 pour 200 et de 12 pour 100. Si l'on fait le quotient de ces forces par la moitié l de ces longueurs, on trouve :

Longueur $2l$	480	400	310	250	200	100
F........	54,0	44,1	37,8	31,5	25,0	12,5
$\frac{F}{l} = k^2$....	0,225	0,220	0,244	0,252	0,250	0,250

» Les deux premiers quotients sont un peu trop petits, parce que les nombres de lames des faisceaux n'étaient pas assez nombreux pour obtenir la limite exacte de F. Tous les autres sont égaux. On en conclura que la force d'arrachement F_l, à l'extrémité d'un faisceau normal, est exactement proportionnelle à sa longueur; ce qui s'exprime par la formule $F_l = k^2 l$.

» Si l varie, $k^2 l$ sera représenté par une droite Ac, faisant avec l'axe des x un angle dont la tangente est k^2, k^2 variant sans doute avec l'épaisseur des lames, mais demeurant constant si cette épaisseur reste invariable.

» V. Nous avons précédemment trouvé que, pour une lame donnée de longueur $2l$, F varie avec la distance au centre suivant la loi $F = Ax^2$. Si $x = l$, on a $F_l = Al^2$, d'où l'on tire

$$F_l = Al^2 = k^2 l, \quad A = \frac{k^2}{l},$$

et par suite l'équation générale devient

$$(1) \qquad F = \frac{k^2}{l} x^2.$$

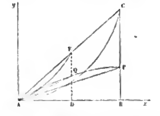
» Lorsque le faisceau est terminé en B, la courbe parabolique des valeurs de F est AMC; s'il est limité en D, elle est ANE. Toutes ces paraboles sont tangentes en A à Ax et passent par les points de la droite AEC qui correspondent aux longueurs diverses des faisceaux normaux. En résumé, la loi des forces d'arrachement est exprimée au moyen d'un seul coefficient k, qui dépend uniquement de l'épaisseur de la lame élémentaire et de l'acier employé, k^2 étant en moyenne égal à 0,240; on a calculé, d'après la formule précédente, les valeurs de F correspondant aux diverses lames et qui sont inscrites dans les tableaux précédents; on trouvera une suffisante concordance entre les nombres observés et calculés.

» VI. Nous admettrons comme Coulomb que la force d'arrachement F est proportionnelle au carré de l'intensité magnétique en chaque point, et

qu'on peut poser $F = I^2$: donc

$$(2) \quad I = \frac{k}{\sqrt{l}}x, \qquad (3) \quad I_l = k\sqrt{l}.$$

L'équation (3) qu'on peut écrire $I_l^2 = k^2 l$ montre que l'intensité magnétique à l'extrémité du faisceau normal varie comme les ordonnées d'une parabole AQP tangente en A à l'axe des y; et de l'équation (2) on tire que, sur les divers points d'un barreau de longueur $2l$, cette intensité est figurée par une droite qui fait avec l'axe des x un angle dont la tangente est $\frac{k}{\sqrt{l}}$. Pour $l = AB$, cette droite est AP; ce serait la ligne AQ pour un faisceau terminé au point D.



» Ainsi ce faisceau normal possède cette remarquable propriété que la courbe des intensités magnétiques se réduit à une droite. C'est justement un cas qui avait été reconnu par Coulomb, le cas où des aimants de deux lignes de diamètre n'avaient que 5 ou 6 pouces de longueur. Cette loi simple démontre de suite que le pôle est au tiers de la demi-longueur; elle va nous permettre d'exprimer la totalité du magnétisme du faisceau.

» VII. Cette totalité M du magnétisme est l'aire du triangle ABP ou

$$l \times k\sqrt{l} = kl^{\frac{3}{2}}.$$

Si la largeur des lames est a, leur épaisseur e, et qu'on néglige les augmentations d'intensité qui se produisent aux coins et aux angles du faisceau, il faut multiplier cette quantité par le périmètre $2(a + ne)$; n étant le nombre des lames, on a donc

$$M = 2(a + ne)kl^{\frac{3}{2}}.$$

» VIII. Lorsqu'on place un contact sous l'aimant, tout magnétisme libre disparaît si ce contact est suffisamment grand et contient une quantité assez grande de fer. Le magnétisme M vient donc tout entier se concentrer sur la surface d'adhérence que j'appelle S. Son intensité sur cette sur-

face, c'est-à-dire la quantité de magnétisme par unité de surface, est $\frac{M}{S}$, et la forceportative y sera $\frac{M^2}{S^2}$; elle sera $\frac{M^2}{S^2}$ S pour la surface totale, ou $\frac{M^2}{S}$.

» Il résulte de là que la force portative est en raison inverse de la surface de contact, ce qui est justifié, pourvu que tout magnétisme libre ait disparu; ce qui cesse d'être vrai, si S diminue au delà de certaines proportions. C'est pour cela que l'on emploie des contacts généralement cylindriques et non plans. En remplaçant M par sa valeur, la force portative P est

$$P = \frac{4(a+ne)^2 k^2 l^2}{S}.$$

» IX. Le poids de l'aimant est égal à celui d'une lame $2aeld$ multiplié par leur nombre qui est proportionnel à leur longueur et qu'on peut exprimer par ml: il est donc $\pi = 2mael^2d$. Par suite, le rapport de P à π qui mesure la force portative en fonction du poids de l'aimant sera

$$\frac{P}{\pi} = \frac{2(a+ne)^2}{S\,maed} k^2 l,$$

ou approximativement en négligeant ne devant a

$$\frac{P}{\pi} = H \frac{al}{S} k^2.$$

Ce rapport sera proportionnel à la longueur, à la largeur de la lame et en raison inverse de la surface de contact.

» X. Il y a deux points que je n'ai pas examinés dans ce qui précède : c'est la question des armatures et l'influence de l'épaisseur des lames. Sur ce dernier point, voici ce que j'ai reconnu :

» La force d'une lame augmente notablement avec son épaisseur, mais elle augmente moins rapidement que cette épaisseur, de sorte qu'après une limite elle demeure stationnaire; mais une lame d'épaisseur 1 est moins forte que deux autres d'épaisseur $\frac{1}{2}$ beaucoup moins puissantes que trois lames qui en seraient le tiers, et qu'en général la différence augmente avec le nombre des assises dont on compose un faisceau d'épaisseur donnée. J'ai été conduit ainsi à employer des rubans d'acier; et comme le commerce les produit, avec abondance et régularité, avec un métal excellent, il m'a suffi de les superposer en nombre suffisant pour construire des aimants normaux et atteindre la limite de la puissance tout en diminuant considérablement le poids. C'est ainsi que j'ai obtenu des aimants portant vingt fois leur poids. Je dépasserai bientôt cette limite grâce au concours que veut bien me prêter M. Bréguet et grâce aussi à un homme excellent et dévoué, Cyprien Bollé, mon chef d'atelier. »

BOTANIQUE. — *De la théorie carpellaire d'après des Renonculacées;* par M. A. Trécul.

« Les pistils des Renonculacées sont plus ou moins nombreux sur le réceptacle. Quand ils sont en petit nombre, ils terminent le système vasculaire de la tige; ils en reçoivent les derniers faisceaux : tels sont les pistils pluriovulés, qui ont été si souvent cités comme des exemples des plus favorables à la théorie des feuilles carpellaires. Quand les pistils sont en nombre plus considérable, ils sont disposés en capitule ou en épi plus ou moins allongé. Dans ce cas, les plus élevés sur l'axe reçoivent seuls les faisceaux extrêmes de la tige; les autres sont espacés le long de ces faisceaux extrêmes, qui sont plus ou moins étendus, et sur les faisceaux qui constituent les mailles supérieures du système vasculaire du réceptacle. Chacun de ces pistils monospermes ne reçoit qu'une courte branche du faisceau auquel il est attaché, ou de la base d'une maille à laquelle il peut être fixé. A la partie inférieure du réceptacle sont des mailles plus petites, au fond et sur les côtés desquelles sont insérées les étamines, et tout en bas du réceptacle sont attachés les pétales et les sépales, quand ces deux sortes d'organes existent. L'*Anemone coronaria* et l'*Adonis vernalis* offrent deux beaux types un peu différents de cette insertion des organes floraux. Le premier surtout donnera au premier coup d'œil une idée nette de ce qui s'observe plus difficilement sur des réceptacles plus petits, comme ceux des *Ficaria*, des *Clematis*, des *Ranunculus*, etc.

» Bien que cette insertion des carpelles monospermes soit analogue à celle des étamines et des pétales de beaucoup de Renonculacées, ce serait en vain que l'on invoquerait cette ressemblance en faveur de la théorie qui veut que les carpelles soient des feuilles modifiées; car la ramification la mieux caractérisée, avec faisceaux autour d'un axe médullaire, commence souvent par un arc vasculaire, semblable à celui par lequel s'insèrent un grand nombre de feuilles : telle est la base des pédoncules dépourvus de bractée axillante de beaucoup de Crucifères (*Cheiranthus Cheiri*, *Arabis alpina*, etc.). Le sinus basilaire du rameau peut même débuter par la division d'un seul faisceau (*Pteroneuron græcum*, etc.).

» Le caractère distinctif que l'on a voulu établir dans ces derniers temps entre les feuilles et les tiges est donc défectueux. Il n'est pas vrai de dire que dans un appendice les faisceaux sont toujours symétriques par rapport à un plan, tandis que dans un axe les faisceaux sont toujours orientés normalement et disposés en cercle symétriquement autour d'une moelle

continue, et qu'un organe est appendiculaire à partir du point où l'une de ces trois circonstances n'existe pas.

» Il n'est vraisemblablement pas de rameau normal qui remplisse ces trois conditions à son insertion; tous reçoivent leurs faisceaux à la manière de beaucoup de feuilles axillantes, quand celles-ci font défaut, ou de chaque côté d'un sinus dont le fond est occupé par les éléments vasculaires de la feuille axillante, quand elle existe. Alors aussi la feuille et le rameau ou les rameaux, s'il y en a deux, peuvent avoir à leur insertion un système vasculaire commun, s'écartant de la tige-mère sous la forme d'une gouttière qui, en se fermant sur la face interne, produit un tube court, à section elliptique, du sommet duquel se séparent la feuille et le rameau ou les rameaux, quelquefois de la manière suivante: un arc vasculaire détaché du côté externe du tube va dans la feuille; un autre arc vasculaire, correspondant au côté interne du tube, va dans le rameau supérieur; tandis que des faisceaux interposés aux extrémités de ces deux arcs vont dans le rameau inférieur, qui, dans le *Viola tricolor*, etc., est un pédoncule, le rameau supérieur portant des feuilles. Dans le *Lysimachia verticillata*, deux pédoncules s'insèrent à peu près ainsi dans la même aisselle. Par conséquent, les rameaux ont *à leur base* les caractères que l'on veut attribuer aux appendices, et quelques-uns conservent dans toute leur longueur cette symétrie par rapport à un plan passant par l'axe de la tige-mère et par la nervure médiane de la feuille axillante (pédoncule des *Anagallis collina, arvensis*, du *Viola canadensis* et de quelques autres *Viola*). De plus, la tige de toutes les Nymphéacées étudiées a son premier mérithalle supracotylédonaire parcouru par un faisceau unique, etc.

» Voyons maintenant quelle est la distribution du système vasculaire dans les carpelles des Renonculacées. Pour ne négliger aucune des formes que ces carpelles affectent, j'avais l'intention d'examiner dès aujourd'hui quelques exemples choisis parmi les fruits monospermes, quoique j'aie pour objet principal les fruits polyspermes et déhiscents, que les botanistes ont seuls cités à l'appui de leurs théories; mais, l'espace me faisant défaut, je suis dans l'obligation de limiter ma Communication actuelle à ces fruits polyspermes des Renonculacées, réservant pour une autre fois la description des fruits monospermes.

» J'entre donc en matière. Au lieu de commencer par les pistils des *Helleborus*, dont notre confrère M. Payer a signalé la nervation, je traiterai d'abord des carpelles de l'*Eranthis hyemalis*, qui ont une nervation analogue, et qui, de plus, sont portés sur des pédicelles qui les font ressembler

davantage à une feuille pliée sur sa face supérieure, et dont les bords seraient soudés sans être fusionnés. Ces carpelles sont au nombre de cinq à dix au sommet du réceptacle, et le pédicelle de chacun d'eux reçoit de la tige trois faisceaux : deux s'étendent près des bords du carpelle, ce sont les faisceaux placentaires, tandis que le troisième occupe la place qu'aurait la nervure médiane de la feuille, si feuille il existait; mais je dois dire tout de suite que le carpelle de l'*Eranthis* n'est point formé par une feuille, attendu que ses nervures transversales, loin d'affecter la disposition des nervures des feuilles, présentent au contraire un arrangement inverse, puisque, simples à leur insertion sur les faisceaux placentaires, *elles se ramifient de manière que les extrémités de leurs branches arrivent au voisinage ou au contact du faisceau dorsal*, *où elles prennent une direction ascendante*, ce qui est exactement le contraire de ce qui a lieu pour les nervures pennées des feuilles ordinaires.

» Une disposition anatomique analogue s'observe dans les fruits des *Helleborus orientalis*, *odorus* et *fœtidus;* mais là chaque carpelle n'est plus porté par un pédicelle; les ovaires, au contraire, sont un peu connés à la base. Pour faire ressortir les analogies et les différences de l'insertion des diverses parties de la fleur, je vais prendre les choses d'un peu plus loin, et décrire la disposition des faisceaux dans le réceptacle de l'*Helleborus fœtidus*.

» Dans cette plante, le système vasculaire de la tige forme des mailles très-longues, tandis que dans le réceptacle il en produit de fort courtes. De ce réseau vasculaire se détache pour chaque sépale, chaque pétale et chaque étamine un faisceau unique, au lieu que chaque carpelle en reçoit trois.

» Les divers pédoncules que j'ai étudiés offraient seulement trois faisceaux à leur base. Le plus gros de ces faisceaux se divisant en trois un peu plus haut, il en résultait cinq faisceaux. La division des faisceaux continuant, il y en a dix où le pédoncule commence à se renfler. Cinq de ces faisceaux plus forts et alternes avec les cinq autres sont destinés aux sépales. En s'écartant vers l'extérieur, chacun d'eux se partage en trois et successivement en plusieurs disposés en éventail; ce n'est qu'après cette division qu'ils entrent dans les sépales. Il en est de même pour le calice des *Helleborus orientalis* et *odorus;* mais, dans ce dernier, un des sépales reçoit parfois les rameaux de deux faisceaux différents.

» Pendant que les faisceaux destinés au calice s'écartent vers l'exté-

rieur, les cinq restés au centre se bifurquent, et de chaque fourche sort le faisceau basilaire d'un pétale. Il n'existe que cinq pétales dans l'*Helleborus fœtidus*, mais dans les espèces qui en ont davantage, ils sortent de divisions subséquentes. Les deux branches de chaque fourche formée s'unissent un peu plus haut avec les branches adjacentes des fourches voisines; les nouveaux faisceaux se divisent et s'assemblent successivement plusieurs fois, de manière à produire un réseau dont les sections transversales présentent douze à treize faisceaux dans la partie moyenne, et quelques-uns de moins dans la partie supérieure du réceptacle. Enfin, au sommet de celui-ci, les faisceaux se disposent en autant de groupes de trois faisceaux qu'il doit y avoir de carpelles. Des trois faisceaux de chaque groupe le médian est le plus faible, et il sort d'entre les deux autres à peu près comme le ferait un faisceau staminal par rapport aux faisceaux qui limitent la maille du fond de laquelle il émane souvent, tandis que les couples des faisceaux placentaires semblent devoir continuer l'axe; mais, en réalité, les trois faisceaux de chaque groupe vont : le médian au dos d'un carpelle donné, les deux autres dans les placentas de ce carpelle. Ici, de même que dans l'*Eranthis*, il part de chaque faisceau placentaire des nervures transversales qui s'étendent, en se ramifiant, vers le faisceau dorsal, avec lequel s'allient les extrémités de leurs ramifications. Il est donc bien évident que dans ces Hellébores (les autres espèces citées ont la même nervation), aussi bien que dans l'*Eranthis*, il ne saurait être admis que le carpelle résulte de la modification d'une feuille ordinaire.

» On voit par cette description que c'est bien à tort que l'observation exacte de M. Payer a été présentée comme erronée, et qualifiée par les mots de « *fausses considérations anatomiques* », et que c'est à tort aussi que la nervation des carpelles de l'*Eranthis* et des *Helleborus* a été désignée comme sillonnant la paroi, en se ramifiant « *comme il arrive toujours entre les ner-* » *vures médianes et marginales des feuilles ordinaires* ». (*Ann. sc. nat.*, 5e série, t. IX, p. 155 et 157.)

» Si l'avis de M. Payer, établi sur une observation juste et bien exprimée, ne représente pas la vérité, c'est parce que notre regretté confrère était partisan de la théorie des feuilles carpellaires.

» Cette constitution si intéressante des carpelles n'est point particulière à l'*Eranthis* et aux Hellébores; elle se retrouve aussi dans des espèces appartenant à d'autres genres de la même famille.

» Les fruits de l'*Aquilegia vulgaris* sont des plus curieux sous ce rapport. Ils sont remarquables entre tous en ce que leurs nervures secondaires

montent des faisceaux placentaires au faisceau dorsal avec une inclinaison très-forte, et, quoique très-nombreuses, ces nervures donnent lieu à un réseau peu compliqué, dont tous les faisceaux ont la même direction ascendante, en sens inverse de celle qu'elle aurait dans une feuille.

» Les fruits des *Delphinium* montrent une disposition notablement différente, mais qui conduit à la même conclusion. Dans le *Delphinium Staphysagria*, il n'existe pas seulement des nervures secondaires émanées des placentas; il y en a aussi qui naissent du faisceau dorsal. Les unes et les autres se voient très-bien sur les fruits desséchés. Cependant celles qui sont émises par le faisceau dorsal, c'est-à-dire par la prétendue nervure médiane de la feuille, sont plus faibles que celles qui sortent des faisceaux placentaires. Il faut bien remarquer que ces nervures transversales qui, d'un côté, viennent du faisceau dorsal, et, de l'autre côté, des faisceaux placentaires, se ramifient, et que leurs ramifications en s'unissant donnent lieu à un réseau intermédiaire; toutefois, vers le sommet du fruit, les nervures secondaires dorsales s'affaiblissant permettent aux nervures secondaires placentaires d'arriver jusqu'au voisinage du faisceau dorsal, avec lequel elles sont reliées par de très-courts fascicules horizontaux ou un peu obliques.

» Dans le *Delphinium Ajacis*, les nervures secondaires parties des placentas prédominent comme dans le *Delphinium Staphysagria*.

» Dans le *Delphinium Consolida*, les nervures secondaires données par les faisceaux placentaires l'emportent aussi sur les nervures secondaires produites par le faisceau médian; mais le réseau intermédiaire formé par les anastomoses des ramifications de ces deux sortes de nervures est plus complexe que dans le *Delphinium Staphysagria*. La présence de ce réseau vasculaire, qui sépare les nervures transverses qui viennent du faisceau dorsal, de celles qui émanent des placentas, n'est-elle pas aussi une excellente preuve que le carpelle n'est pas formé par une feuille?

» Dans les fruits du *Delphinium ornatum*, contrairement à ce qui vient d'être dit, ce sont les nervures secondaires émises par le faisceau médian qui prédominent sur celles qui viennent des placentaires, ou du moins cela a lieu dans les deux tiers supérieurs du follicule; mais l'existence des deux sortes de nervures est manifeste. Elles se ramifient beaucoup, et leurs ramifications, anastomosées dans la région moyenne des deux valves du follicule, donnent un réseau très-compliqué. En bas du fruit, et aussi dans celui du *Delphinium Consolida*, sont des nervures secondaires dressées, indépendantes du faisceau dorsal et des placentaires, avec lesquels elles ne sont liées que par les ramuscules extrêmes.

» Enfin, les fruits des *Aconitum Napellus* et *lycoctonum*, qui ont aussi les deux sortes de nervures transverses, tiennent, avec le fruit du *Delphinium Staphysagria*, le milieu entre le type donné par les *Delphinium Consolida* et *ornatum*, et celui qui est observé chez les *Helleborus* et l'*Eranthis*.

» Aux exemples que je viens de décrire, et qui mettent hors de doute que les carpelles polyspermes des Renonculacées ne sont pas formés par des feuilles, il faut ajouter ceux des *Nigella damascena*, *arvensis*, *hispanica* et celui du *Garidella nigellastrum*, qui offrent une couche fibreuse superposée au système vasculaire, laquelle dénote, dès l'époque ovarienne, une organisation étrangère à celle des feuilles. L'espace me manquant, j'ajouterai seulement quelques lignes pour préciser la position de cette couche fibreuse. Je dirai donc que les faisceaux verticaux placentaires et pariétaux sont unis entre eux par des nervures transversales assez rapprochées, à peu près horizontales et plus ou moins anastomosées entre elles. Tout le système vasculaire pariétal est appliqué sur la face interne de la couche fibreuse, qui est continue et n'a que deux ou trois rangées de fibres dans ses parties les plus minces, mais qui possède une plus grande épaisseur auprès des faisceaux verticaux. J'ai déjà annoncé que les éléments fibreux de cette strate ont la même direction que les faisceaux près desquels ils sont placés; ils sont donc verticaux près des faisceaux qui sont tels, et horizontaux près de ceux qui sont étendus transversalement. Cette couche fibreuse est recouverte extérieurement par une strate mince de parenchyme vert, revêtu lui-même de l'épiderme externe, et une couche de parenchyme, verte en partie et plus épaisse, la sépare de l'épiderme qui limite la cavité ovarienne.

» Cette strate fibreuse du fruit des Nigelles et du *Garidella* occupe donc une position très-différente de celle de l'endocarpe fibreux aussi que possèdent les carpelles de beaucoup de Renonculacées, dans lesquels cet endocarpe acquiert une épaisseur et une consistance très-variables. Au premier coup d'œil on distingue cet endocarpe de la strate fibreuse supravasculaire des *Nigella*, bien que quelquefois cet endocarpe atteigne les faisceaux vasculaires (*Ranunculus acris*, etc.) et les enveloppe en partie ou en totalité.

» La présence, même tardive, de cet endocarpe fibreux, chez bon nombre de plantes de cette famille, celle de la couche fibreuse supravasculaire des Nigelles avant la fécondation, et aussi la nervation des autres carpelles polyspermes cités, démontrent clairement que ces carpelles ne résultent pas de la modification de feuilles proprement dites.

» Il est évident que la théorie qui n'admet qu'une feuille seule dans chaque carpelle ne rend pas compte du véritable état des choses, puisque la nervation des carpelle de l'*Eranthis* et des *Helleborus* est en sens inverse de celle des feuilles. D'un autre côté, il est manifeste aussi que la théorie qui veut qu'à chaque bord de la feuille soit soudé un prolongement de l'axe, quoique s'accordant mieux avec les faits, n'est pas satisfaisante; en effet, dans l'*Eranthis* et dans les Hellébores, la feuille vraie serait réduite à la nervure médiane, puisque les deux prolongements de l'axe et leurs rameaux comprendraient tout le reste du carpelle.

» De plus, si l'on envisage que chacun de ces prolongements de l'axe ou placentas a bien plus de ressemblance avec une feuille que la nervure médiane du fruit de l'*Eranthis* et des Hellébores, attendu que chaque faisceau placentaire produit, d'un côté, des nervures latérales, et, de l'autre côté, des ovules qui, dit-on, représentent des lobes de la feuille ou de ses nervures; si, dis-je, on envisage en outre que, dans les *Aconitum* et les *Delphinium*, la nervure médiane elle-même possède des nervures latérales, on trouvera bien plus rationnel de prétendre que chaque carpelle de ces Renonculacées est formé par la modification de trois feuilles assemblées par les bords.

» Cependant, en prenant en considération tous les faits mentionnés dans ce travail, faits concernant l'insertion des rameaux de la grappe des Crucifères, etc., celle de beaucoup de feuilles, ainsi que celle des sépales, des pétales, des étamines et des carpelles des Renonculacées, il me paraît plus naturel de penser que tous ces organes sont des formes diverses de la ramification de la tige, destinées à remplir des fonctions différentes, et que, par conséquent, il est plus philosophique de tout rapporter à la tige que de tout attribuer à la feuille, qui n'est qu'une des formes de la ramification, plus particulièrement appropriée à l'exercice de la respiration, comme le fruit est lui-même affecté à la production des graines. »

HYDRAULIQUE. — *Note sur des appareils proposés pour faire des épuisements ou pour élever de l'eau, au moyen des vagues, sur les bords de la Méditerranée;* par M. A. DE CALIGNY.

« J'ai communiqué à la Société Philomathique de Paris, le 17 mai 1851, (*voir* le journal l'*Institut* et le *Bulletin* de cette Société, p. 27 à 29) un appareil en forme de L, dont la partie qui peut être horizontale est évasée et tournée du côté de la mer de façon à recevoir la percussion des vagues.

Les oscillations qui résultent de cette percussion dans la branche verticale descendant au-dessous du niveau moyen de la mer (je veux dire du niveau qui existerait à l'instant considéré, s'il n'y avait point de vagues), l'eau d'un marais à épuiser peut entrer dans le tube vertical au moyen d'un clapet ayant la propriété de l'empêcher de rentrer dans ce marais, de sorte qu'elle peut être alternativement jetée dans la mer par l'extrémité évasée. J'ai présenté à l'Académie des Sciences une Note sur cette machine le 1er mars 1869; elle est imprimée dans le *Compte rendu* de cette séance.

» Depuis cette époque, j'ai fait de nouvelles études sur ce sujet, et je crois utile d'exposer succinctement les principes les plus essentiels de ceux que j'ai proposés à M. Moro, quand il m'a fait l'honneur de me consulter, à l'occasion de ses expériences sur les épuisements des marais d'Ostie, dont j'ai parlé dans ma Note du 17 février dernier, imprimée dans les *Comptes rendus* (1). L'étendue de cette Note me permettra seulement d'exposer ces principes d'une manière générale sans entrer dans les détails des constructions et de certaines précautions à prendre dans la pratique.

» Je ferai d'abord remarquer que, pour éviter les inconvénients qui résulteraient de l'inertie d'une longue colonne liquide, l'eau d'un marais qu'il s'agit de soulever dans la mer doit, en général, arriver d'abord dans un puisard où se trouvera le tube vertical précité sur lequel sera disposée une soupape, dont j'exposerai plus loin le système. Ce tuyau vertical étant d'ailleurs ainsi dans un puisard, au lieu d'être immédiatement dans la mer, sera mieux à l'abri de la percussion des vagues, de manière à n'en recevoir l'effet que pour le but que l'on se propose. La soupape sera très-sensible aux moindres mouvements de la mer, ainsi qu'on le sait déjà par les expériences de M. Moro, sur un système analogue, mais qui, utilisant seulement la dénivellation des vagues abandonnées à elles-mêmes, établit on ne peut mieux cette propriété.

» Quoique les effets des oscillations de la colonne liquide dans le tuyau vertical, sous la forme que je viens de rappeler, paraissent être ici ce qu'il y a de plus essentiel quant à la pratique, il est intéressant de signaler l'utilité des autres phénomènes qui peuvent s'y joindre.

» J'ai déjà rappelé, dans ma Note précitée du 17 février dernier, le Mé-

(1) Les appareils, objet de cette Note, peuvent aussi être considérés comme offrant des moyens d'assainir les ports, en y établissant au besoin des courants factices, quand ils sont sur les bords d'une mer sans flux ni reflux.

moire sur une fontaine intermittente sous-marine, que j'ai publié en 1843 dans le *Journal de Mathématiques* de M. Liouville. J'ajouterai ici qu'on y trouve, en consultant d'ailleurs les développements théoriques de M. Combes sur mon travail, les données nécessaires pour apprécier les avantages résultant de ce que l'état d'oscillation diminue, comme je l'ai montré par la théorie et l'expérience, les pressions latérales moyennes dans le tuyau vertical, le coude étant suffisamment arrondi. Il faut ajouter à ces considérations celles qui résultent d'autres phénomènes : tel est celui de la *communication latérale du mouvement des liquides*.

» La première idée qui se présente, quant à la dispositiou de la soupape latérale, consiste à la mettre sur une tubulure vers le pied du tuyau vertical; mais il est intéressant d'étudier une disposition permettant d'utiliser la force centrifuge dans le coude du tuyau en forme de L. Cette force qui augmente la pression sur la partie concave du coude de dedans en dehors du tuyau la diminue, au contraire, sur la partie convexe de ce même coude, je veux dire à l'intérieur aussi du tuyau. Si donc on dispose une soupape sur cette dernière partie, convenablement plongée dans l'eau du marais à épuiser, la force centrifuge se joindra aux autres causes qui tendent à faire entrer cette eau dans le système.

» Les phénomènes du mouvement de l'eau dans les coudes à angle droit brusque ont été très-peu étudiés jusqu'à ce jour. J'ai fait sur ce sujet quelques observations dans des canaux découverts, où il se présente une contraction de la veine liquide d'une espèce toute particulière; cette veine s'amincissant beaucoup dans la partie d'aval du coude pour s'élargir ensuite. Il y a là, sur une partie du coude, une cause de diminution de pression qui paraît susceptible d'être utilisée d'une façon analogue à celle que je viens d'indiquer : j'ai présenté des expériences sur ce sujet à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus*, t. XLVI, p. 143 et suiv.).

» Il est donc difficile *a priori* de déterminer les conditions du maximum d'effet pouvant résulter de la meilleure disposition du coude. Il est possible qu'un tube vertical faisant un angle droit vif avec le tube horizontal, et n'étant arrondi que de manière à faciliter la disposition précitée de la soupape dans l'angle intérieur, réunisse à l'avantage de diminuer la profondeur des fondations celui d'une introduction assez rationnelle du liquide à épuiser.

» Il y a des cas où l'on a non-seulement à faire des épuisements au moyen des vagues, mais où l'on peut vouloir profiter, comme l'a fait M. Moro, du tuyau de conduite d'un appareil d'épuisement pour faire

écouler l'eau d'un marais dans certaines conditions quand il n'y a point de vagues. Il est intéressant de signaler à cette occasion une disposition très-simple consistant en ce que le tube vertical et le tube horizontal peuvent être coudés à angle droit vif, si une tubulure portant une soupape se trouve au pied du tuyau vertical, précisément dans le prolongement du tuyau horizontal, quand l'appareil ne marchera pas, le tuyau horizontal (la soupape restant alors, si l'on veut, toujours ouverte) servira de la manière la plus directe possible de tuyau de conduite pour l'eau du marais, si le niveau de celui-ci est accidentellement au-dessus de celui de la mer.

» M. Moro m'a fait l'honneur de me consulter aussi sur les moyens d'élever l'eau de la mer par l'action des vagues; il avait déjà employé pour cela une disposition intéressante qu'il croit avoir retrouvée dans les travaux de l'antiquité, et à laquelle, par cette raison, il donne le nom de *Bocca Etrusca*. Les vagues de la mer s'élèvent le long d'un plan incliné derrière lequel elles versent de l'eau que ce plan empêche de retourner dans la mer.

» Il avait employé aussi des soupapes s'ouvrant du côté de la terre, de façon à permettre d'élever l'eau à des hauteurs variables. Elles sont combinées avec des espèces de barrages automoteurs dont la disposition est d'ailleurs intéressante; mais les pièces fixes que je lui ai proposées me paraissent avoir l'avantage de n'être pas sujettes à se déranger, de garder l'eau d'une manière plus sûre, et de faire au besoin monter l'eau à des hauteurs beaucoup plus grandes. J'ai lieu d'espérer qu'il appliquera la disposition suivante :

» Pour les diverses formes précitées de mon appareil, si l'on dispose une soupape s'ouvrant de dedans en dehors au lieu de s'ouvrir de dehors en dedans, on peut transformer le système en machine à élever de l'eau de la mer au lieu de faire des épuisements. Il ne serait pas même nécessaire qu'il y eût une soupape latérale pour qu'on pût élever de l'eau par le sommet de la partie verticale, supposée alors graduellement rétrécie, dans les circonstances où la percussion des vagues serait assez forte; mais on conçoit qu'il peut être utile de pouvoir profiter au besoin des moindres oscillations pour élever de l'eau par une soupape latérale empêchant l'eau élevée de rentrer dans la mer. On pourra ainsi faire monter l'eau à des hauteurs variables, par exemple pour commencer à remplir un bassin, cette soupape pouvant d'ailleurs être rendue fixe quand on voudra que l'eau sorte par le sommet.

» Pour la machine ainsi considérée comme élévatoire, il ne paraît pas

aussi utile que l'évasement du côté de la mer soit aussi graduel que pour faire des épuisements. Dans ce dernier cas, l'essentiel est de faire baisser l'eau le plus possible, tandis que pour l'autre cas, c'est l'élévation qu'il s'agit d'utiliser le plus directement possible.

» Il est intéressant de remarquer que, si, pour la machine d'épuisement, on peut profiter de la force centrifuge pour faciliter l'entrée de l'eau à épuiser dans le système, on pourra au contraire pour la machine élévatoire employer la force centrifuge à faciliter l'expulsion de l'eau à élever, la soupape pouvant dans ce cas être disposée dans une chambre en dehors de ce qu'on est convenu d'appeler la partie extérieure des coudes, c'est-à-dire celle qui est concave par rapport à leur intérieur; mais je n'entrerai pas ici dans plus de détails à ce sujet, cette Note ayant principalement pour but l'appareil d'épuisement sur lequel je vais revenir.

» Si l'on commence, à partir du coude, l'évasement de la partie horizontale qui est du côté de la mer, on aura non-seulement l'avantage d'une augmentation de section par degrés plus insensibles, ce qui est essentiel pour la conservation des effets voulus de la force vive pendant la descente de l'eau, mais la percussion des vagues s'exercera, toutes choses égales d'ailleurs, d'une façon plus convenable, à cause de la manière dont le mouvement se propagera. Les sections augmentant alors graduellement, à partir du coude, chaque tranche d'eau aura à prendre moins de vitesse, pour que l'eau dans le coude ait une vitesse donnée, que si les sections étaient seulement égales à celles du tuyau vertical sur une plus grande longueur.

» Sans entrer ici dans les détails théoriques auxquels donne lieu l'examen des effets d'un tube plongé, évasé graduellement d'une extrémité à l'autre, il est intéressant de rappeler qu'il résulte, non-seulement des premières théories que j'ai publiées sur cette matière, mais de mes premières expériences sur des sujets analogues, que, toutes choses égales d'ailleurs, chaque oscillation de l'eau dans un tuyau de conduite de ce genre a une durée moindre, si la partie plongée du tuyau s'évase ainsi, que s'il conservait un diamètre égal à celui de la partie verticale. En un mot, les choses se passent, quant à la durée de chaque oscillation, comme si la partie plongée avait alors une longueur moindre que dans le cas où le diamètre serait partout le même.

» Il résulte de cette propriété que la possibilité d'évaser ainsi la partie plongée du tuyau donnera d'ailleurs plus de facilité pour remplir les conditions du système dans les circonstances où l'on sera obligé d'avoir un

tuyau d'une longueur déterminée, trop grande pour pouvoir être sans cela combinée d'une manière convenable avec les effets que les vagues devront produire en général sur l'appareil dans la localité où l'on se trouvera. La difficulté pratique consistera surtout dans la consolidation de la bouche horizontale de l'appareil, quand il ne sera pas construit en maçonnerie.

» On doit aussi se défier des causes d'ensablement qui peuvent se présenter. On sait que M. Moro les a combattues par divers moyens. J'ai rappelé dans ma Note précitée du 17 février qu'il a employé pour cela avec succès le procédé proposé par M. le capitaine de vaisseau Cialdi pour détruire les bancs de sable à l'entrée des ports chenaux, ou pour empêcher leur formation. Ce sera probablement à cette idée heureuse de M. Cialdi qu'on devra, dans bien des cas, la possibilité d'utiliser le système de mon invention, objet de cette Note, et dont l'application sera par conséquent un titre de plus pour lui.

» Quant aux inconvénients pouvant provenir des percussions des vagues sur la bouche évasée, il ne paraît pas impossible, en les atténuant beaucoup au moyen d'un *brise-lames*, d'utiliser principalement des systèmes d'*oscillations accumulées* résultant de combinaisons alternatives des intumescences et des creux des vagues avec les oscillations qu'on peut produire dans le système (1). »

---

(1) Il est intéressant d'exposer les principes d'une accumulation d'oscillations successives, qu'il sera peut-être difficile de réaliser dans la pratique, mais qui sont au moins utiles pour présenter la question théorique sous tous ses points de vue.

On conçoit que, si le tuyau en forme de L avait une branche horizontale qui ne serait pas trop longue et n'aurait qu'un diamètre ne dépassant pas certaines limites, une vague, si elle était assez longue, pourrait, à cause de son étendue par rapport à la section de ce tuyau, avoir le temps, même abstraction faite de sa percussion proprement dite, d'agir d'une manière analogue à la pression d'un réservoir dont le niveau serait plus élevé que le *niveau moyen* de la mer à l'instant considéré; j'entends ici par niveau moyen celui qui existerait alors s'il n'y avait pas d'ondulation.

Par conséquent, si, dans la partie verticale de ce tuyau, le liquide se trouve à un niveau qui, même, ne soit pas d'abord au-dessous de ce *niveau moyen*, il en résultera une oscillation au-dessus de ce dernier, et même cette oscillation pourra monter plus haut que la vague considérée comme une sorte de réservoir moteur alternatif beaucoup plus large que ce tuyau vertical.

Quoiqu'il en soit, il peut arriver que l'oscillation descendante qui se produira ensuite dans le tuyau vertical profite du moment où la vague sera descendue au-dessous de ce que j'ai appelé ci-dessus *niveau moyen* de la mer, à l'instant considéré.

On conçoit que, dans cet ensemble d'oscillations, si le tube vertical est enfoncé assez pro-

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Nouveaux documents sur la secousse de tremblement de terre, observée en Italie, le* 12 *mars* 1873; Lettre de M. P. DE TCHIHATCHEF à M. le Secrétaire perpétuel.

« Le lendemain du jour où j'ai écrit en dernier lieu à l'Académie (*voir* page 989), j'ai pu, grâce à l'obligeance de M. Donati, le savant direc-

---

fondément au-dessous du creux de la vague, ce creux, à cause de son étendue par rapport à la section du tuyau, pourra être alors considéré comme jouant alternativement le rôle d'un *bief inférieur* avec lequel le système serait mis en communication alternative.

Si l'intumescence suivante trouve l'eau dans le tube vertical plus bas que la précédente ne l'y avait trouvée, l'oscillation ascendante qui suivra pourra s'élever plus haut dans le tube vertical que celle qui l'a précédée. Or, par suite de ce surcroît d'élévation, l'eau pourrait descendre encore plus bas dans ce tube qu'elle ne l'avait encore fait, et il est même difficile d'assigner *a priori* la limite des oscillations successives qu'il sera possible d'obtenir ainsi, même dans un tube vertical cylindrique au moyen de ce que j'appelle une *accumulation d'oscillations*.

« Je conviens que l'expérience est absolument indispensable pour qu'on puisse se rendre compte, dans une localité donnée, des effets que peut avoir cette *accumulation* dont je viens de donner une idée en faisant abstraction d'abord de toute espèce de soupape. Aussi je compte plutôt, quant à la pratique, sur les résultats de la percussion, qui pourront d'ailleurs conduire eux-mêmes à des oscillations *accumulées*, par suite de combinaisons analogues aux précédentes.

» Il est bien entendu que ces combinaisons d'oscillations accumulées ne sont pas indispensables, et que l'appareil, dans ses diverses formes indiquées ci-dessus, aurait toujours son degré d'utilité, quand même les combinaisons dont je viens de parler ne se réaliseraient pas d'une manière assez pratique pour augmenter, autant qu'on peut l'espérer, l'amplitude des oscillations, et, par suite, la profondeur à laquelle les épuisements pourront se faire par une soupape disposée au-dessous de cette profondeur. La limite dépendra de la manière dont on pourra évaser la bouche qui recevra l'action des vagues sur la partie horizontale du tuyau. L'expérience seule montrera ce qu'on pourra faire pour des vagues d'une force donnée, car il y aura là un véritable coup de bélier. Or plus l'oscillation se sera élevée dans le tube vertical, plus elle pourra descendre au-dessous du niveau de l'eau qu'il s'agit d'épuiser.

» Quant aux accumulations précitées, si l'on reconnaît qu'elles aient une utilité pratique, il est facile de voir comment elles pourront s'appliquer à l'appareil considéré comme élévatoire, au lieu d'être considéré comme appareil d'épuisement, au moins dans le cas où il n'y aurait pas de soupape, et où il se réduirait à un tuyau coudé en forme de L. Il est à peine nécessaire d'ajouter que les effets de ces deux genres d'appareils pourront être augmentés si l'on ajoute à l'entonnoir qui recevra l'action des vagues un rebord extérieur, pouvant réunir à l'avantage de consolider l'appareil celui de diminuer la contraction de la veine liquide.

» D'après ce que j'ai dit ci-dessus relativement à l'espèce particulière de contraction de a

teur de l'Observatoire de Florence, consulter les rapports officiels qu'il avait reçus jusqu'à ce moment, sur l'événement du 12 mars, des différentes villes d'Italie pourvues d'Observatoires météorologiques (1). Persuadé que les résultats de ces observations sont dignes de l'attention de l'Académie, je me suis empressé de les réunir dans le tableau ci-joint, en y comprenant le jour qui a précédé le 12 mars et le jour suivant; à ce tableau, j'ai joint les renseignements que j'ai pu recueillir sur d'autres localités, indiquées en *italiques*.

» Ce tableau, ainsi qu'un examen attentif de la carte d'Italie, suggèrent les considérations suivantes :

» 1. Ce qui caractérise particulièrement le tremblement de terre qui, le 12 mars, a affecté toute la partie de l'Italie située au nord du parallèle de Rome, c'est la simultanéité avec laquelle ce phénomène s'est manifesté dans vingt-cinq localités (et probablement dans un bien plus grand nombre) répandues sur ce vaste espace. Ainsi, le temblement de terre signalé à *Moncalieri* (au sud de Turin) eut lieu seulement neuf minutes après celui de Rome, bien qu'une distance d'environ 500 kilomètres sépare ces deux villes, et des différences encore plus insignifiantes s'observent entre les manifestations observées dans les autres localités.

» 2. L'étendue de la contrée où ces manifestations ont eu lieu presque simultanément est également assez remarquable; car les vingt-cinq localités sont répandues sur un espace qui forme un ovale irrégulier, allongé du sud au nord, et qui, dans cette direction (de Rome à Aoste), a environ 600 kilomètres de longueur, sur une largeur moyenne (de Livourne à Rimini) d'environ 250 kilomètres. Cet ovale, appliqué sur la surface de la France, ne cou-

---

veine liquide dans un coude à angle droit brusque, on conçoit qu'il peut être utile de disposer une pièce verticale fixe dans le tube vertical, je veux dire dans la partie de ce tube, qui est du côté de la mer, la partie inférieure de cette pièce étant taillée en biseau selon une forme arrondie qu'on étudiera par expérience. Si d'ailleurs on a ainsi des *obturateurs partiels*, qu'on puisse avec facilité changer au besoin, cela permettra de modifier quand on voudra la durée de chaque oscillation dans le cas où l'on trouverait que cela serait utile, selon que les vagues seraient plus ou moins longues. J'ai parlé en général dans cette Note de tuyaux verticaux ou horizontaux pour m'expliquer plus facilement. L'expérience montrera si ce détail ne doit pas être modifié, et si d'ailleurs on ne pourra pas faire usage du moyen de supprimer ou d'atténuer beaucoup la *contraction* de la veine liquide dans un coude à angle droit brusque, pour ce genre d'appareils, comme j'ai montré que je l'avais fait dans des circonstances semblables, en employant des lames courbes concentriques (*voir Comptes rendus*, t. XLI, p. 328, 1855, et *Bulletin de la Société Philomathique*, 1851 et 1852).

(1) Ces observations ne se font qu'une fois par jour, à 8 heures du matin.

vrirait pas moins de dix-sept départements, c'est-à-dire à peu près le quart de la surface totale de la France.

OBSERVATIONS FAITES DANS LES LOCALITÉS OU DES MOUVEMENTS DU SOL ONT ÉTÉ SIGNALÉS LE 12 MARS 1873.

LOCALITÉS.	Temps moyen de Rome heures (civil).	TREMBLEMENT DE TERRE.	BAROMÈTRE réduit à 0 et au niveau de la mer.			THERMOMÈTRE.			VENTS SUPÉRIEURS			VENTS INFÉRIEURS.		
			11 mars	12 mars.	13 mars.	11 mars	12 mars.	13 mars.	11 mars	12 mars	13 mars.	11 mars.	12 mars.	13 mars.
Aoste	h m	Secousses	756,0	752,5	749,5	5	4	4	OSO	"	E	SSE faib.	E faible.	N f.
Moncalieri ..	9.9	Mouvem. de NNO-SSE.	55,1	51,2	48,8	7	4	8	"	"	"	NO faibl.	E faible.	NE faibl.
Rimini	9,0	Mouvement ondulatoire	54,2	51,2	50,0	12	12	13	O	O	O	S faible.	S frais.	S frais.
Florence ...	9,4	Mouv. ondul. fort, durée 4 secondes de SE. NO.	56,9	54,4	51,0	10	12	14	SO	SO	SO	Calme.	SO très-fort.	SO fort.
Urbino	9,3	Terrible tremblement de terre pend. 10 secondes	56,2	55,9	51,7	11	10	10	"	"	"	SO faibl.	SO fort.	S fort.
Ancône	8,56	Très-fort	54,0	51,0	51,0	12	13	14	"	"	SO	S faible.	SO fort.	NE faibl.
Camerino ..	9,4	Fort	58,6	56,9	55,0	10	8	10	S	S	SSO	S faible.	SE faible.	S faible.
Rome	9,0	Léger.	59,4	56,1	55,2	8	7,5	12	"	"	"	Calme.	Calme.	S faible.
Perugia	9,0	Très-fort.												
Pitigliano ...	9,0	Secousses vertic. et mouv. ondulat. très fort, 8".												
Orvieto	9,0	Très fort.												
Siena	9,0	Mouvem. ondulat. léger												
Spoleto	9,0	Secousses vertic. et mouv. ondulat., 30 secondes, très-fort.												
Foligno		Très-fort.												
Fabriano ...	9,0	Très-fort, 25 secondes.												
S. Severino .	9,0	Très-fort												
Cingolo	9,0	Très-fort												
Arezzo	9,0	Mouvement ondulatoire, 2 secondes												
Livourne ...	9,0	Faible.												
Pise	9,0	Faible.												
Forli	9,3	Assez fort												
Ravenne ...	9,0	Assez fort.												
Parme	9,0	Léger.												
Venise	9,4	Léger.												
Bologne	9,6	Secousses vertic. et mouvement léger et ondul. dirigé de l'E. à l'O												

OBSERVATIONS MAGNÉTIQUES
FAITES AVEC LE DÉCLINOMÈTRE DE L'OBSERVATOIRE DE FLORENCE
A 9 HEURES DU MATIN.

11 mars.		12 mars.	13 mars.	
38',5	37°	39',0	37',0	39°
36',0		38',0	36',5	

N. B. — Violentes oscillations verticales pendant et après le tremblement de terre.

» 3. Enfin, la distribution des localités ébranlées offre un intérêt géologique tout particulier. En effet, loin de se rattacher, comme c'est ordinairement le cas, aux grands domaines volcaniques ou éruptifs groupés particulièrement le long ou dans la proximité du littoral sud-ouest, les localités les plus nombreuses se trouvent soit dans l'intérieur des Apennins (*Spolète*, *Foligno*, *Camerino*, etc.), soit sur le revers nord-est de cette chaîne, soit enfin le long ou près de la côte nord-est (*Ancône*, *Rimini*, *Ravenne*, *Venise*); d'ailleurs, toutes ces localités se trouvent dans les terrains secondaires ou tertiaires, éloignés des centres éruptifs, ce qui est notamment le cas

pour la ville d'Urbino, qui est précisément la localité le plus violemment ébranlée (le tremblement de terre d'Urbino est qualifié, dans le registre de l'Observatoire, de *terremoto orribile*).

» Depuis le 12 mars, le baromètre continue ses oscillations, dont la permanence et l'amplitude sont caractéristiques pour l'hiver de cette année.

» Je ne sais ce que le sort nous réserve encore, mais le formidable ennemi souterrain pourrait bien n'avoir pas encore évacué la Péninsule, car ce matin le Ministère de la Marine a eu la nouvelle d'un léger tremblement de terre qui a eu lieu à Moncalieri, le 18 mars à 8 heures du matin; or, comme Moncalieri avait déjà payé son tribut, il ne serait pas impossible que les autres contribuables, qui se croyaient en règle, ne fussent soumis à de nouvelles redevances. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre libre, en remplacement de feu le Maréchal *Vaillant*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 60,

M. Cosson obtient.	19 suffrages.
M. de la Gournerie.	15 »
M. Kuhlmann.	15 »
M. L.-A. Sédillot.	10 »
M. Le Roux.	1 »

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Le nombre des votants étant 61,

M. Cosson obtient.	22 suffrages.
M. de la Gournerie.	18 »
M. Kuhlmann.	14 »
M. L.-A. Sédillot.	7 »

Aucun candidat n'ayant, cette fois encore, réuni la majorité absolue, il est procédé à un scrutin de ballottage, entre MM. Cosson et de la Gournerie, qui ont obtenu le plus grand nombre de voix dans le scrutin précédent.

Le nombre des votants étant encore 61,

M. Cosson obtient.	31 suffrages.
M. de la Gournerie.	30 »

M. **Cosson**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

RAPPORTS.

Rapport sur deux Mémoires de M. B. Renault, *relatifs à des végétaux silicifiés du terrain houiller supérieur des environs d'Autun.*

(Commissaires : MM. Daubrée, Brongniart rapporteur.)

« Quelques localités fort limitées, des environs d'Autun, présentent, disséminés dans le sol cultivé, de nombreux fragments de végétaux silicifiés qui paraissent avoir été détachés de couches désagrégées appartenant au terrain houiller supérieur qui se montre dans plusieurs points voisins.

» Depuis quarante ans, ces champs ont été explorés, et de nombreux fragments de tiges silicifiées y ont été recueillis : ce sont surtout des *Psaronius*, des *Calamodendron*, et des bois de Conifères comme à Schemnitz, en Saxe, et à Neupaka, en Bohême; mais il s'y rencontre aussi, quoique plus rarement, des fragments d'autres tiges, des pétioles de fougères et des restes de fructifications qui offrent surtout un grand intérêt en permettant d'étudier la structure anatomique de végétaux dont les terrains houillers contemporains ne nous présentent le plus souvent que des empreintes de parties isolées, sortes de problèmes bien difficiles à résoudre lorsque l'on ne peut pas apprécier la structure intérieure de ces mêmes organes.

» L'attention des collecteurs s'est surtout portée sur les fragments plus ou moins volumineux de bois de diverses sortes; les petits échantillons perdus dans le sol ont souvent passé inaperçus, et cependant ce sont dans beaucoup de cas les plus intéressants. Souvent aussi ces petits fragments de végétaux de toute sorte sont enveloppés dans des masses siliceuses amorphes dans lesquelles ils sont engagés, comme ces fragments de verroterie colorés, renfermés dans une masse de cristal, qui forment ce que l'on nomme des *mille fiori* : ce sont ces portions de végétaux appartenant à de jeunes tiges, à des racines, aux pétioles et aux fructifications des fougères, aux graines d'autres plantes sur lesquelles M. Renault a particulièrement

dirigé ses études, et qui lui ont fourni des résultats d'un grand intérêt pour la Paléontologie végétale. Dans des Notices précédentes, il a fait connaître non-seulement des portions de pétioles de fougères, mais les tiges auxquelles ils se rattachaient, puis des tiges de Lycopodes dont on n'avait pas encore observé d'échantillons qui permissent d'en étudier la structure anatomique.

» Maintenant il vous présente deux Mémoires sur des sujets non moins intéressants; l'un (présenté à l'Académie le 30 mai 1870), sur la structure de petites tiges qu'il considère comme appartenant aux empreintes désignées sous le nom de *Sphenophyllum;* l'autre, relatif à des épis de fructifications se rapportant aux empreintes nommés d'abord *Bruckmannia*, et qui ont été ensuite reconnues pour les fructifications du genre *Annularia*.

» Les petites tiges isolées que M. Renault rattache aux *Sphenophyllum* paraissent, en effet, suivant toutes les probabilités, appartenir à ce genre; elles n'ont que de 3 à 15 millimètres de diamètre, elles offrent des nœuds ou renflements qui correspondent à des verticilles de feuilles probablement au nombre de six, comme dans les *Sphenophyllum*, si l'on en juge d'après la structure interne de la tige.

» Cette tige, en effet, présente un axe vasculaire central ayant la forme d'un prisme à trois angles très-saillants; les vaisseaux qui le composent entièrement sont des tubes régulièrement aréolés vers le centre, scalariformes ou spiraux dans la partie qui correspond aux angles saillants où ils entourent une étroite lacune cylindrique. Cet axe vasculaire est entouré de toute part par une zone d'un tissu que M. Renault considère comme un cylindre ligneux, mais dont les cellules à parois épaissies, quadrilatères, courtes et tronquées rappellent le tissu qui entoure les faisceaux vasculaires des Fougères, et, dans quelques cas, l'axe vasculaire des Lycopodes plutôt qu'un véritable tissu ligneux.

» Cet ensemble constitue, pour M. Renault, l'axe ligneux ; en dehors se trouvent des couches de tissu cellulaire de diverses formes qui appartiennent à l'écorce, et sont traversées par les faisceaux vasculaires qui se rendent vers les feuilles. Ces faisceaux, dont une préparation de M. Renault faite sur une tige complète montre la disposition, sont au nombre de dix-huit, dont trois correspondent aux angles saillants de l'axe central de la tige, et dont le nombre, un multiple de six, correspond ainsi à celui des feuilles de chaque verticille dans les *Sphenophyllum*. La forme noueuse de la tige et la disposition verticillée des organes appendiculaires, jointes au nombre probable de ces parties, sont les motifs qui, parmi les fossiles de

la même époque, rattachent ces petites tiges aux *Sphenophyllum*, tandis que la structure interne de ces parties indique les rapports de ces végétaux avec les Lycopodiacées et les Marsiléacées.

» Malgré quelques lacunes que des échantillons plus complets permettraient seuls de remplir, on voit que l'étude anatomique de ces petites tiges a fait faire un pas important à nos connaissances sur un des groupes de végétaux des plus obscurs de cette ancienne végétation de l'époque houillère.

» Le second Mémoire de M. Renault a pour objet des épis de fructifications qui, à l'état silicifié, se rapportent aux empreintes qu'on a désignées sous le nom de *Bruckmannia tuberculata* et qui déjà ont été considérés comme les fructifications des *Annularia*, et spécialement de l'*Annularia longifolia* (1). Ce fait a été récemment confirmé par M. Grand'Eury, d'après l'examen de divers échantillons de Saint-Étienne.

» Plusieurs points de la structure très-remarquable de ces épis avaient aussi été signalés dans d'autres épis analogues, quoique appartenant à des genres certainement différents, qu'on devra comparer avec les fructifications des *Annularia*. Ainsi M. Ludwig, en 1863 (2), rapportait au genre *Calamites* des épis de fructification contenus dans le minerai de fer de Hattigen, sur la Ruhr, dont il faisait connaître la structure avec précision; M. Binney, en 1868 (3), décrivait et figurait de petits épis de fructification qu'il rapportait au *Calamodendron commune*. Nous indiquerons plus loin les caractères communs à ces sortes de fructifications et à celle décrite par M. Renault, ainsi que ceux qui les distinguent.

» Le petit fragment d'épis silicifié étudié par M. Renault présente, sur une longueur de 2 centimètres, les dimensions et les formes essentielles des épis de fructification d'*Annularia longifolia* observés à Saint-Étienne, et l'on ne saurait douter qu'il appartient à la même plante. La tige, ou axe de l'épi, épaisse et légèrement striée, porte des verticilles rapprochés de feuilles, ou plutôt de bractées très-différentes des feuilles des rameaux stériles, linéaires, aiguës, distinctes jusqu'à leur base, réfléchies, courbées et redressées vers leur extrémité. Entre ces verticilles de bractées, vers le milieu de leurs intervalles et alternant avec les bractées, se trouve un autre verticille formé d'un nombre égal de pédicelles droits, perpendiculaires à l'axe de l'épi,

---

(1) *Voir* Schimper, *Palæont. végét.*, t. I, p. 347 et 349.

(2) *Calamiten-Fruchte; Palæontographica*, t. X.

(3) *Calamites and Calamodendron; Palæontographical Society*; 1867.

auxquels paraissent fixés deux sporanges, l'un au-dessus, l'autre au-dessous de chaque pédicelle; ces sporanges occupent tout l'espace compris entre ces pédicelles et les bractées, et contiennent un grand nombre de spores sphériques d'environ 8 à 9 centièmes de millimètre de diamètre. L'axe de l'épi ou la tige fructifère présente une large lacune centrale entourée par une zone ligneuse, d'après M. Renault, mais formée plutôt d'un tissu cellulaire allongé, à parois épaissies, dans laquelle sont placées à des distances régulières des lacunes cylindriques au nombre de 16 à 20. Ces lacunes sont accompagnées d'un faisceau fibrovasculaire renfermant des vaisseaux rayés qui se rendent aux feuilles et dont la présence paraît déterminer les cannelures que montre la surface de la tige dans les échantillons comprimés dans les schistes. La zone corticale est formée d'un tissu cellulaire plus ou moins délicat et souvent en partie détruit.

» Cette structure de la tige paraît très-analogue à celle des Prêles ou *Equisetum*, mais les organes reproducteurs en diffèrent à beaucoup d'égards.

» Dans ces plantes, comme dans celles décrites par MM. Ludwig et Binney, il y a des verticilles alternatifs de bractées et de pédicelles sporangifères, mais sous d'autres rapports les différences sont très-marquées; les fructifications décrites par M. Ludwig forment des épis à peu près de même dimension que ceux des *Annularia*, mais les bractées sont soudées dans une grande partie de leur étendue et forment vers leur base une sorte de coupe ou de plateau; en outre, les pédicelles des sporanges sont seulement au nombre de cinq, et ceux-ci sont réunis quatre par quatre autour de chaque pédicelle.

» Les fructifications décrites par M. Binney comme appartenant au *Calamodendron commune* sont beaucoup plus petites; tandis que les premiers épis ont environ 1 centimètre de diamètre, ceux-ci ne dépassent pas 3 millimètres. Les bractées paraissent soudées dans leur partie inférieure; mais leur forme et leur disposition sont très-obscures. Les pédicelles qui portent les sporanges sont au nombre de six à chaque verticille et supportent chacun quatre sporanges. Cette espèce est, par ses caractères essentiels, plus voisine de celle de Ludwig, mais elle en diffère beaucoup par ses dimensions et par le nombre six, et non cinq, des organes réunis en verticilles.

» De là on doit conclure que les fructifications des *Annularia*, analogues à celles que l'on avait déjà décrites, par l'organisation et le mode d'insertion des sporanges, en diffèrent à bien d'autres égards, et que l'étude que

M. Renault vient de faire de leur structure a un grand intérêt pour la Paléontologie végétale.

» Il reste cependant encore bien des doutes à éclaircir; si les épis de fructification d'Autun appartiennent, sans aucun doute, aux *Annularia*, ceux décrits par MM. Ludwig et Binney sont-ils réellement des fructifications, soit de *Calamites*, soit de *Calamodendron?* Ne se rapporteraient-ils pas plutôt à des *Sphenophyllum*, dont ils se rapprochent par le nombre moindre des organes verticillés, et, d'après les figures de M. Binney, par leur axe plus grêle et vasculaire dans son centre? Les connexions de ces fructifications avec les autres organes de la plante sont encore enveloppées d'une grande obscurité.

» Quant aux *Annularia*, leurs sporanges contiennent-ils toujours un grand nombre de petites spores, ou une partie d'entre eux, comme dans les *Lepidostrobus*, renferment-ils un moindre nombre de grosses spores? L'examen de divers épis de ces fructifications venant de Saint-Étienne semblerait l'indiquer; car certains sporanges de ces empreintes paraissent ne renfermer que deux ou quatre macrospores d'environ 1 millimètre de diamètre, semblables aux macrospores qui se trouvent quelquefois en grand nombre dans les schistes de la même localité.

» C'est une question importante à résoudre pour la classification de ces végétaux, à laquelle de nouvelles recherches pourront seules répondre.

» L'Académie peut voir, par ce résumé des nouvelles études de M. Renault, combien la connaissance des végétaux de la période houillère doit déjà à ses recherches sur les fossiles du bassin d'Autun, combien il serait intéressant de les poursuivre avant que ces fossiles, qui deviennent chaque jour plus rares, ne fussent épuisés.

» Nous proposons à l'Académie de donner à M. Renault le témoignage le plus marqué de l'intérêt qu'elle prend à ses travaux en décidant l'insertion des deux Mémoires, dont nous venons de lui rendre compte, dans les *Mémoires des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

Sur la demande de M. Brongniart, l'Académie décide, en outre, que le travail de M. B. Renault sera renvoyé à la Commission administrative.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Théorie des phénomènes capillaires* (4e Mémoire); par M. E. Roger. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Liouville, Bertrand, Regnault, Jamin.)

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie mon 4e Mémoire sur les phénomènes capillaires. Je crois avoir atteint le but essentiel que je m'étais proposé, et qui consistait à établir la loi même de l'attraction capillaire par la discussion approfondie des expériences. Je n'ai pas été peu surpris de voir qu'en dernière analyse la loi de la raison inverse du carré des distances trouve ici une application nouvelle, pourvu qu'on attribue au rayon d'activité des forces attractives une étendue très-petite, *finie* cependant, et comparable aux plus petits diamètres jusqu'ici expérimentés. Je m'attendais à arriver à une loi plus compliquée, comprenant comme cas particulier la formule de la gravitation. Voici un résumé succinct du Mémoire actuel.

» Dans ma précédente Communication, j'ai donné l'équation d'équilibre d'une colonne fluide soulevée à l'intérieur d'un tube cylindrique, l'angle formé par le ménisque avec la paroi étant supposé nul. Cette équation, applicable seulement aux tubes dont le diamètre D est supérieur au rayon d'attraction λ_1 des attractions capillaires, peut s'écrire ainsi :

$$(1) \qquad hD = 2\pi \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{\Gamma^2(2n+1)}{(n+1)\,\Gamma^4(n+1)\,2^{4n}D^{2n}} \int_0^{\lambda_1} \Pi(\lambda)\,\lambda^{2n+2}\,d\lambda,$$

en désignant par h la hauteur du centre du ménisque, par $\Pi(\lambda)$ la loi d'attraction et par $\Gamma(n)$ le produit $1.2.3\ldots(n-1)$.

» On parvient à ce résultat en se servant d'un système particulier de coordonnées curvilignes (λ, μ), formé par une série de sphères concentriques et de plans normaux qui décomposent la surface du cylindre en une infinité d'éléments $d\sigma$, dont la mesure est

$$d\sigma = \frac{\lambda\,d\lambda\,d\mu}{\sqrt{1 - \frac{4\lambda^2 \sin^2\mu \cos^2\mu}{D^2}}}.$$

Lorsque le diamètre est supérieur au rayon d'attraction, $d\sigma$ devient infini pour certaines valeurs de λ et de μ, imaginaire pour d'autres; le système

(λ, μ) est donc inapplicable; mais on peut recourir à d'autres coordonnées, tout en conservant λ comme variable indépendante, condition essentielle imposée par la nature des questions à traiter. En adoptant, comme seconde variable indépendante, l'angle φ que fait avec la normale Mz une horizontale menée dans une direction quelconque, l'équation $\varphi =$ const. représente une série de plans verticaux qui coupent tous le cylindre suivant deux arêtes, dont l'une se confond toujours avec l'arête verticale M$\dot{y}$. L'élément $d\sigma$, dans le système (λ, φ), s'exprime ainsi :

$$d\sigma = \frac{D\lambda\, d\lambda\, d\varphi}{y} = \frac{D\, d\lambda\, d\varphi}{\sqrt{1 - \frac{D^2 \sin^2 \varphi}{\lambda^2}}},$$

formule toujours réelle, lorsque D est plus petit que λ.

» La résultante R′ des attractions qui correspondent à des éléments superficiels, séparés par une distance supérieure à D, est donnée par l'équation

$$R' = D \int_D^{\lambda_1} \int_0^{\pi} \Pi(\lambda) \frac{y^2}{\lambda} \frac{d\lambda\, d\mu}{\sqrt{1 - \frac{D^2 \sin^2 \varphi}{\lambda^2}}}.$$

En intégrant par rapport à μ, on a

$$R' = -\pi D \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{\Gamma^2(2n+1)}{(2n-1)\Gamma^4(n+1)} \frac{D^{2n}}{2^{4n}} \int_D^{\lambda_1} \frac{\Pi(\lambda)}{\lambda^{2n-1}}\, d\lambda.$$

L'équation d'équilibre se déduira de l'équation (1) en y faisant $\lambda_1 = D$, et ajoutant au second membre le terme complémentaire 4 R′.

» Les quadratures indiquées ne peuvent s'effectuer que lorsque l'on connaît la loi d'attraction. Soit $\Pi(\lambda) = \frac{i_0}{\lambda^3}$, i_0 étant une constante arbitraire; l'équation d'équilibre deviendra, si λ_1 est $< D$,

$$(2) \qquad h D = K \sum_{n=0}^{n=\infty} f_n \left(\frac{\lambda_1}{D}\right)^{2n},$$

en posant

$$R = 2\pi i_0 \lambda_1, \quad f_n = \frac{\Gamma^2(2n+1)}{(n+1)(2n+1)\Gamma^4(n+1)\, 2^{4n}}.$$

Si λ_1 est $> D$, on aura, en désignant par f'_n le coefficient $\frac{(n+1)(2n+1)}{n(2n-1)} f_n$,

$$(3) \qquad h D = K \left\{ 1 + \sum_{n=1}^{n=\infty} f_n + \frac{D}{\lambda_1} \log \text{hyp} \frac{\lambda_1}{D} - \frac{D}{\lambda_1} \sum_{n=1}^{n=\infty} f'_n \left[1 - \left(\frac{D}{\lambda_1}\right)^{2n} \right] \right\}.$$

» Si l'on attribue aux constantes arbitraires K et λ_1 les valeurs $K = 33,2$, $\lambda_1 = 0^{mm},00732$, on trouvera que les expériences de M. Simon (de Metz), discutées dans la première partie de ce travail (*), sont très-exactement représentées par les équations (2) et (3). C'est ce qui résulte du tableau suivant, où nous indiquons, à côté des éléments fournis par l'expérience, les valeurs théoriques de $\frac{hD}{K}$ et de D, les hauteurs h étant supposées mesurées avec une exactitude parfaite.

D	h	$\frac{hD}{K}$	$\frac{hD}{K}$ (val. théor.)	D calculé.
mm 0,05	mm 663	0,9985	1,0010	mm 0,05012
0,0308	1080	1,0019	1,0024	0,03082
0,028	1289	1,0028	1,0029	0,02800
0,025	1333	1,0038	1,0037	0,02500
0,020	1693	1,0208	1,0059	0,01972
0,012	2884	1,0426	1,0174	0,01171
0,0075	4695	1,0606	1,0539	0,00746
0,007	5391	1,1366	1,1197	0,00695
0,0061	6828	1,2545	1,2756	0,00615

» Les différences qui existent, entre les diamètres déduits des hauteurs et les diamètres mesurés directement, ne font que suppléer aux décimales non exprimées. L'accord entre la théorie et l'observation est donc absolu; on l'obtient, bien que le champ des expériences soit fort étendu, au moyen de deux constantes arbitraires seulement.

» Après avoir fait connaître les éléments numériques qui résument ses expériences, M. Simon (de Metz) fait remarquer que « les trois dernières » expériences semblent annoncer que, pour des diamètres au-dessous de » $0^{mm},008$, l'ascension croîtrait beaucoup plus rapidement que pour des » tubes moins étroits »; il ajoute qu'il se serait abstenu de rapporter les résultats relatifs à ces diamètres « s'ils ne s'étaient présentés à l'observation » un grand nombre de fois ». M. Simon pouvait difficilement s'expliquer la rapidité avec laquelle la marche des phénomènes se modifie, lorsque le diamètre devient voisin de $0^{mm},008$. C'est qu'à ce moment il se produit une sorte de discontinuité très-singulière; le produit hD, jusque-là régi par une formule qui le fait varier (à une constante près) presque proportionnellement à la courbure $\frac{1}{D^2}$, dépend désormais d'une autre formule

(*) *Comptes rendus*, t. LXII, p. 134 et suiv.; 1866.

donnant une loi d'accroissement qui est tout d'abord beaucoup plus rapide. La discontinuité n'est pas absolue, puisque les deux formules s'accordent à attribuer une même valeur à l'élévation h lorsque D est très-peu différent du rayon d'activité λ_1.

» Ainsi la loi de la raison inverse du carré des distances rencontre ici une nouvelle application. Il est naturel de se demander si une autre loi ne pourrait pas satisfaire aussi bien aux faits observés. Nous établissons, dans le présent Mémoire, que la loi $c^{-Q\lambda}$ doit être écartée, du moment qu'on ne peut plus considérer le produit hD comme invariable, et que les deux lois λ^{-s}, $\frac{c^{-Q\lambda}}{\lambda^2}$ peuvent l'une et l'autre être admises, pourvu que les différences $s - 2$, $1 - c^{-Q\lambda}$ se réduisent à de très-petites fonctions de l'unité; ces deux lois ne s'écartent alors que très-peu de la loi de la gravitation. »

BALISTIQUE. — *Sur un nouveau procédé permettant de déterminer optiquement la vitesse des projectiles;* Note de M. MARCEL DEPREZ, présentée par M. Bertrand.

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

« Il serait très-important pour l'artillerie de connaître exactement la forme de la trajectoire des projectiles tirés sous de grands angles, ainsi que leur vitesse en chacun des points de cette trajectoire. Malheureusement les méthodes appliquées jusqu'ici aux trajectoires très-tendues sont complétement inapplicables au tir sous de grands angles. En réfléchissant aux moyens de combler cette lacune, j'ai été conduit à imaginer un procédé qui est applicable à beaucoup d'autres questions que celle dont s'occupe la Balistique et que je crois utile de faire connaître.

» Supposons que sur le terrain du polygone on choisisse deux stations A et B, à chacune desquelles sera installée une lunette. Les axes optiques de ces lunettes devront être dans un même plan vertical perpendiculaire au plan vertical mené par l'axe de la pièce, et les stations A et B devront être situées à peu près à égale distance de l'intersection de ces deux plans. Le projectile doit être muni d'une fusée répandant une vive lumière (le magnésium serait, sans doute, très-convenable pour cette application). Cela posé, nous admettrons que, la pièce étant pointée sous un angle constant et tirant plusieurs coups consécutifs avec la même charge et le même projectile, les trajectoires qui en résulteront passeront constamment dans le champ des lunettes. Dès lors, il est clair que, connaissant les angles A et

B que font les axes optiques de ces dernières avec la *base* AB, au moment où les deux observateurs aperçoivent simultanément le projectile, ainsi que la longueur de cette base, on aura tous les éléments nécessaires pour déterminer les coordonnées de l'intersection de la trajectoire avec le plan vertical passant par AB.

» Mais ce procédé (qui n'est autre, en principe, que celui que l'on emploie pour les bolides) ne donnerait nullement la vitesse du projectile, au moment où il passe devant les observateurs. Pour déterminer ce dernier élément, voici le moyen que je propose :

» A chacune des lunettes se trouve accolée une lunette parallèle, de même puissance, munie d'un réticule, dont les fils sous-tendent des angles connus, mais dont l'objectif, au lieu d'être fixe, est monté sur l'une des branches d'un diapason animé, pendant l'expérience, d'un mouvement vibratoire connu. Dans cette seconde lunette, l'oculaire est remplacé par un miroir plan incliné à 45 degrés sur son axe optique et qui renvoie les rayons lumineux sur un second miroir parallèle, situé dans la première lunette. Ce second miroir est transparent, de sorte qu'il laisse passer les rayons venant de l'objectif immobile. L'observateur perçoit donc simultanément deux images lumineuses de la trajectoire. Celle qui est produite par la lunette fixe lui apparaîtra sous la forme d'un trait de feu rectiligne; l'autre, qui est transmise par l'objectif vibrant, sous la forme d'une sinussoïde, dont le trait de feu rectiligne sera l'axe. Si le nombre des vibrations du diapason dans l'unité de temps est choisi de façon que le nombre des branches de la sinussoïde comprises entre deux fils parallèles du réticule n'excède pas 5 ou 6, il sera possible à l'observateur de les compter instantanément, ainsi que de retenir quels sont les fils qui passent par l'intersection de la sinussoïde avec sa médiane. Ces deux éléments donneront immédiatement la vitesse *angulaire* du projectile et, en le multipliant par la distance de l'observateur au projectile (distance qui sera donnée par l'opération décrite précédemment), on aura la vitesse *linéaire* cherchée.

» Voici un second procédé, basé sur le même principe, dont la réalisation sera, à la vérité, plus compliquée, mais qui aura le double avantage d'offrir plusieurs moyens de contrôle des résultats obtenus et de diminuer la fatigue de l'observateur. Remplaçons la lentille vibrante par une roue portant à sa circonférence plusieurs lentilles, 5 par exemple, et faisant 20 tours par seconde. Au moment du passage du projectile, l'observateur verra des traits de feu rectilignes, parallèles, dont le nombre sera proportionnel au temps employé par le projectile à traverser le champ de la lunette.

Il lui suffirait donc, comme précédemment, de retenir le nombre de traits compris entre deux fils pour en conclure la vitesse cherchée; mais il a encore un autre moyen à sa disposition. Remarquons, en effet, que chaque trait de feu, envoyé par les lentilles mobiles, représente en direction la résultante d'un parallélogramme, dont les côtés seraient proportionnels aux vitesses *angulaires* du projectile et des lentilles (autour de l'observateur comme centre). Or on connaît la grandeur et la direction de la vitesse des lentilles et l'on pourra, connaissant les directions de la vitesse résultante et de la vitesse du projectile, trouver la grandeur de cette dernière. Pour déterminer avec précision la direction de ces deux vitesses, on n'aura qu'à amener deux fils spéciaux du réticule à être parallèles à chacune d'elles et cette opération sera (en admettant l'identité des coups de canon successifs) susceptible d'une plus grande précision que celle décrite dans le premier procédé.

» Ces moyens sont évidemment applicables à tous les corps en mouvement et ce sera précisément en s'en servant pour mesurer des vitesses connues d'avance, que l'on pourra juger du degré de précision qu'ils permettent d'atteindre. Ne me trouvant pas dans des circonstances favorables pour la réalisation d'expériences de ce genre, je serais heureux si cette Communication pouvait déterminer d'autres personnes à les tenter. Les bornes de cette Note me forcent d'ailleurs à passer sous silence beaucoup de détails de construction destinés à en augmenter les chances de succès. »

M. Ch. Rouget adresse la description d'un appareil nouveau, destiné à la mesure des petits angles.

Cet appareil avait été déjà décrit dans un pli cacheté, déposé par M. Rouget, le 11 avril 1864, pli qui est ouvert par M. le Secrétaire perpétuel, sur la demande de l'auteur. Le principe est la répétition des angles sur deux miroirs plans, convenablement placés. Dans le sextant, l'angle à observer est double de l'inclinaison de l'un des miroirs sur l'autre; l'angle lu est égal à l'angle des miroirs, c'est-à-dire à la moitié de l'angle à évaluer. Dans la combinaison indiquée par l'auteur, l'angle des miroirs est un sous-multiple pair de l'angle observé, et l'angle lu est un multiple exact de l'angle à évaluer; on peut, à volonté, faire varier ce multiple, toutes choses restant égales d'ailleurs, c'est-à-dire que les deux signaux sont amenés, comme dans le sextant, à être superposés.

(Commissaires : MM. Morin, Faye, Serret, Rolland.)

M. Delafont adresse un second Mémoire sur la théorie des points conjugués et des pôles de la droite.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

Un auteur dont le nom est contenu dans un pli cacheté, avec la devise *Opera omnia,* adresse un Mémoire pour le Concours du prix de Mécanique (fondation Montyon).

(Renvoi à la Commission.)

M. Ardisson adresse la description d'une « roue aérienne ».

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. Dupré adresse une Note relative au *Phylloxera.*

(Renvoi à la Commission.)

M. A. Brachet adresse, pour le Concours du prix Trémont, une modification à apporter à l'oculaire positif de Ramsden.

(Renvoi à la Commission.)

M. Autier adresse une Note relative à la chaleur du globe.

(Commissaires : MM. Faye, Janssen.)

M. Cote adresse un complément à une Note précédente, au sujet d'une roue à doubles pignons.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Goubet demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un Mémoire sur lequel il n'a point été fait de Rapport.

M. Levret demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat son Mémoire, présenté dans la séance du 3 mars, sur l'influence, en Géodésie, de la substitution des arcs de plus courte distance aux sections planes de l'ellipsoïde.

M. Chataing demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat diverses pièces relatives à quelques-unes de ses inventions, sur lesquelles il n'a pas été fait de Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *G. Héraud*, intitulée « Mémoires sur les marées de la basse Cochinchine »;

2° Une brochure de M. *Diamilla-Müller*, imprimée en italien et portant pour titre : « Lectures scientifiques pour le peuple italien. Lecture IV : le Soleil; nouvelle théorie des taches »;

3° Une brochure de M. *H.-Ch. Brame*, intitulée : « La forme protogénique dans les trois règnes, ou la matière, le mouvement et la vie »;

4° Une brochure de M. *A. Poey*, imprimée en langue espagnole, et portant pour titre : « Relation du grand tremblement de terre arrivé les 13 et 16 août 1868, dans les républiques du Pérou, du Chili et de l'Équateur ».

M. le Secrétaire perpétuel signale également une brochure de M. *A. Poey*, portant pour titre « Nouvelle classification des nuages, suivie d'une instruction pour servir à l'observation des nuages et des courants atmosphériques », et donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un exemplaire de ma nouvelle classification des nuages, que j'ai développée dans la session semestrielle de l'Académie des Sciences, tenue à Washington en 1870. M. Moore, propriétaire du *Rural New-Yorker* l'a fait paraître dans son excellent journal d'Agriculture, accompagnée de seize planches gravées sur bois. Le professeur Joseph Henry, directeur du *Smithsonian Institution*, l'a reproduite dans son Rapport annuel pour 1870. Ce travail, considérablement augmenté, vient de paraître dans les *Annales hydrographiques*, et le Dépôt des cartes et plans de la Marine a bien voulu faire les frais de dix-sept belles planches chromolithographiques. J'avais déjà adopté cette classification avec succès à l'Observatoire de la Havane, dès 1862, ainsi qu'au Mexique, lorsque je fus attaché à la Commission scientifique française; elle a été également adoptée en 1866 à l'Observatoire de l'École des Mines à Mexico, et à l'Observatoire de Cambridge (États-Unis) en 1870. Je demande la permission d'exposer à l'Académie les conclusions auxquelles je suis arrivé.

« Depuis Aristote et son disciple Théophraste, les météorologistes sentirent le besoin de distinguer les différentes formes de nuages, mais l'honneur de les avoir rattachés à quelques types fondamentaux revient d'abord au grand naturaliste Lamark, en 1801, et surtout au météorologiste anglais Luke Howard, en 1802. Il est digne de remarque que ces deux savants soient arrivés indépendamment l'un de l'autre presque au même nombre de formes fondamentales et à la détermination des mêmes nuages sous différentes denominations.

» Je me suis efforcé de relever plusieurs erreurs commises par tous les météorologistes. On a confondu le stratus de Howard avec un nuage proprement dit, alors que ce météorologiste l'avait décrit comme étant un brouillard ou une gelée blanche (*mist* ou *hoar-frost*), ainsi que l'on peut s'en assurer par sa propre description et par sa planche VI, publiée pour la première fois en 1803 dans le *Tilloch's Philosophical Magazine*. Le seul auteur qui n'ait point commis cette faute est le grand poëte Gœthe : en décrivant le stratus, Gœthe nous dépeint le brouillard qui s'élève du tranquille miroir des eaux et se déploie en plaine unie, tel que Howard l'avait décrit et figuré.

» La définition de Kaemtz, du *nimbus* de Howard, adoptée par tous les météorologistes, n'a aucun rapport avec celle de l'auteur.

» Dans les définitions des *cumulus*, des *cumulo-stratus* et des *strato-cumulus*, il règne une grande confusion. Les caractères fondamentaux de ces trois nuages sont : 1° une base horizontale; 2° une coupe supérieure hémisphérique; 3° une formation en agrégation ascendante : donc ces deux derniers nuages ne diffèrent point du cumulus de Howard, et, par conséquent, ils doivent disparaître de la nomenclature. Même confusion dans le strato-cumulus, qui est pour Kaemtz le nuage de nuit, pendant que pour Howard ce serait le stratus. N'attachant plus aucune importance à son strato-cumulus, Kaemtz m'a autorisé à le rayer de la nomenclature.

» Ayant éliminé de la classification de Howard son stratus, son nimbus et son cumulo-stratus, plus le strato-cumulus de Kaemtz, je n'ai conservé que ses deux types cirrus et cumulus et ses deux dérivés cirro-stratus et cirro-cumulus. Je remplace les quatre autres nuages supprimés par les trois dérivés, que je nomme *pallio-cirrus*, *pallio-cumulus* et *fracto-cumulus*. Il est parfaitement prouvé que la pluie, la neige, la grêle, la foudre, etc., ne peuvent avoir lieu sans la superposition de deux couches de nuages électrisées de signes contraires. Je désigne ces deux couches sous le nom générique de *pallium*, dont la supérieure électronégative, formée de cirrus, constitue le pallio-cirrus, et dont l'inférieure électropositive, formée de cumulus, constitue le pallio-cumulus. D'autres nuages isolés, informes, plus ou moins considérables et rapides, qui traversent la région zénithale et qui diffèrent des cumulus, des cumulo-stratus ou des strato-cumulus, sont ceux que j'ai nommés fracto-cumulus, d'après leur origine et leur manifestation.

» On entend par nimbus un nuage orageux de pluie, de grêle, d'éclairs, de tonnerre, de foudre, etc. Comme, en réalité, tout cela n'a lieu que sous l'influence de deux couches superposées de différentes natures, on voit combien nos connaissances sont fausses et nos observations vicieuses. On prendra aussi une couche de cirrus pour des cirrus proprement dits, qui cependant acquièrent de nouvelles propriétés sous la forme de couche. Le cumulus, ainsi que le nimbus, est, pour ainsi dire, la bouteille à l'encre. Un nuage orageux sera pour un observateur un cumulus et pour un autre un nimbus ; c'est pourquoi on se plaît à représenter dans les gravures un ouragan sillonné d'éclairs et de foudre, lorsque les manifestations électriques sont extrêmement rares dans les formidables ouragans des Antilles et des Indes. On reconnaît les vrais cumulus en ce que leur base demeure presque stationnaire à l'horizon, tandis que les sommités mamelonnées s'élancent verticalement vers le zénith sans jamais l'atteindre, jusqu'à l'heure de la plus grande chaleur, de 2 à 3 ; puis le cumulus s'affaisse lentement, et disparaît après le coucher du Soleil, pour reparaître le lendemain au moment où le courant ascendant s'établit. Les cumulus sont très-rares en hiver et

deviennent abondants en été pendant les jours de grande chaleur. Sur le plateau de Mexico, les cumulus disparaissent périodiquement dans la saison d'hiver ou de sécheresse, et reparaissent dans la saison des chaleurs ou des pluies, et disparaissent également dans cette dernière saison après le coucher du Soleil. Les cumulus sont, en un mot, les nuages du jour et de l'été. Les fracto-cumulus sont toujours visibles. C'est pour ne pas avoir fait cette distinction que l'on enregistre encore les cumulus là où il n'y en a point.

» Voici maintenant ma nouvelle classification, comparée à celle de Howard :

Nouvelle nomenclature.		*Ancienne nomenclature de Howard.*
Premier type : *cirrus*..	Nuages de glace.	Premier type : *cirrus*.
Dérivés : cirro-stratus..		Dérivés : cirro-stratus.
cirro-cumulus.	Nuages de neige.	cirro-cumulus.
pallio-cirrus..		Second type : *cumulus*.
Second type : *cumulus*	Nuages vésiculaires de vapeur aqueuse.	Dérivé : cumulo-stratus.
Dérivés : pallio-cumulus.		Troisième type : *stratus*.
fracto-cumulus.		Dérivé des trois types : *nimbus*.

» La constitution des nuages étant intimement liée à l'intensité de la chaleur, il ne peut exister que deux types fondamentaux : les cirrus, qui se distinguent en nuages de glace (cirrus et cirro-stratus) et en nuages de neige (cirro-cumulus et pallio-cirrus); puis les cumulus (pallio-cumulus et fracto-cumulus) en nuages de vapeur aqueuse, suivant que leurs parties constituantes sont plus ou moins congelées, ou que leurs vésicules, vides ou pleines, flottent dans un milieu au-dessus du point de congélation. Ces nuages ont été classés suivant l'ordre de leur apparition, depuis la région la plus élevée des cirrus (de 10 000 à 15 000 mètres) jusqu'aux fracto-cumulus inférieurs. Les nuages prennent la forme correspondant à l'état thermique et hygrométrique, qui s'ensuit, des différentes couches atmosphériques, et sont plus ou moins influencés par la rotation et la translation de la Terre, les vents, l'électricité, etc. J'ai conservé le nombre de variétés de nuages adopté par Howard : deux types et deux dérivés, au lieu des trois types et des quatre dérivés de ce météorologiste. Je décris et je figure des nuages anormaux observés à Cuba, à Mexico et aux États-Unis.

» Je propose encore une nomenclature de noms vulgaires français et je modifie la nomenclature anglaise de Forster, ainsi qu'il suit :

	Nomenclature de Forster.	*Nomenclature nouvelle.*
Cirrus.......	Nuage bouclé (Curl-cloud).	Nuage filé (Thread-cloud).
Cirro-stratus...	Nuage se dissipant (Wanne-cloud).	Nuage stratifié (Stratified-cloud).
Cirro-cumulus..	Nuage rompu (Sonder-cloud).	Nuage pommelé (Dapple-cloud).
Pallio-cirrus	....	Nuage en couche (Sheet-cloud).
Cumulus......	Nuage entassé (Stacken-cloud).	Nuage montagneux (Mount-cloud).
Pallio-cumulus	....	Nuage pluvieux (Rain-cloud).
Fracto-cumulus	....	Nuage venteux (Wind-cloud).

» Il serait avantageux, pour les progrès de la Météorologie, que les Observatoires et les observateurs voulussent bien adopter cette classification, de manière à obtenir sur les nuages

des observations uniformes et comparables entre elles. Le Congrès météorologique tenu à Leipzig, le 14 août dernier, s'est déjà occupé des nuages : il est à espérer que le prochain Congrès de Vienne décidera cette question. »

M. le Secrétaire perpétuel signale également le premier volume d'un ouvrage publié en langue italienne, par M. *C. Mensinger*, et intitulé : « Vocabulaire polyglotte géographique de l'Europe ».

« Je suis en train, dit l'auteur, d'achever l'ouvrage; mais, avant de le publier, j'ai besoin d'avoir recours aux conseils des personnes compétentes dans la matière. Le but de mon ouvrage est de rectifier la nomenclature des noms géographiques, en puisant aux sources originales de chaque langue. C'est pour cela que je demande l'appui moral de l'Académie, pour qu'elle veuille bien soumettre l'essai de mon dictionnaire au jugement de la Section de Géographie. »

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

La Société pour l'encouragement des Arts, Manufactures et du Commerce, de Londres, écrit à l'Académie pour la prier de lui désigner des candidats, pour le Concours des récompenses qu'elle doit prochainement décerner.

(Renvoi à la Commission administrative.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques points de la théorie émise par M. Faye, pour l'explication des taches solaires;* Note de M. Tacchini.

« Palerme, 22 mars 1873.

» Je dois remercier vivement M. Faye d'avoir bien voulu m'expliquer de nouveau le point douteux pour moi de sa théorie des cyclones solaires; mais je dois avouer à l'illustre académicien que, même à présent, je trouve les mêmes difficultés pour accepter sa théorie qui, selon moi, ne correspond pas au but qu'il s'est proposé d'atteindre.

» En effet, M. Faye considère le phénomène des protubérances comme le produit de violentes éruptions, qui lancent jusqu'à des hauteurs de plus de 20000 lieues les grandes flammes hydrogénées, opinion directement opposée aux conclusions que j'ai tirées de mes propres observations. Que devient, dit M. Faye, cet hydrogène incessamment projeté hors de la chromosphère, mais qui lui revient incessamment, en retombant sur elle de toutes parts? L'épaisseur de la chromosphère reste toujours la même, selon M. Faye : donc il faut que l'hydrogène émis sans cesse, trouve le moyen de rentrer sans cesse dans le Soleil, pour en ressortir

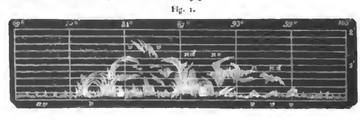
de nouveau. M. Faye, dans sa théorie des cyclones, s'est donc proposé encore de donner l'explication de la constance d'épaisseur, admise par lui dans la chromosphère. Or je me permets de faire ici une hypothèse : supposons que les prétendues éruptions de M. Faye viennent à cesser pour un moment, c'est-à-dire supposons que les protubérances hydrogénées indépendantes des taches cessent complétement de se montrer à la surface du Soleil. Les cyclones continueront encore à produire des taches et à entraîner au fond par aspiration les matériaux froids de la chromosphère, qui, réchauffés et devenus plus légers, remonteront autour du tourbillon pour rétablir l'épaisseur de la chromosphère, de la même manière et avec la même énergie que dans le cas ordinaire où il y a un certain nombre de protubérances sans taches ou d'éruptions, selon M. Faye. Ainsi il est évident que les cyclones ne suffisent pas à maintenir l'équilibre, et que la chromosphère devrait s'accroître, tandis que M. Faye assure qu'elle reste invariable.

» Le savant astronome ajoute que l'analogie se poursuit encore mieux avec les tourbillons de nos cours d'eau, qui entraînent au fond les corps flottants et les abandonnent ensuite, en sorte qu'on voit ces corps remonter plus loin à la surface. Mais, au fond des eaux, ces corps ne trouvent pas de causes capables de troubler le cours régulier du tourbillon; au contraire, dans les taches solaires, l'hydrogène étant amené au fond, sa température doit s'accroître brusquement et il doit être repoussé en haut avec une violence capable de troubler le tourbillon, et même de le percer. Or, au-dessus des taches, il n'en est pas ordinairement ainsi; ce n'est que dans certains cas qu'on observe des explosions violentes à la place de la tache. Dans la théorie de M. Faye, cela ne serait pas possible, bien qu'il admette que, du fond de la tache, l'hydrogène se répand dans les facules dont les taches sont accompagnées, avec une grande vitesse. Ainsi, quand une tache solaire arrive sur le bord ou près du bord, on devrait voir toujours dans le spectroscope, à la place de la tache, une série de belles flammes, composées de différents matériaux et inclinées à droite et à gauche à partir du milieu, comme une espèce d'éventail. Voici un exemple récent, démontrant que les choses peuvent se passer bien différemment.

» Hier j'ai vu, sur le Soleil, une belle région faculée, sans taches, près du bord occidental : la partie la plus brillante se trouvait entre 89 et 97 degrés; sa distance était telle que, le jour suivant, cette région devait correspondre au bord. J'en ai pris note sur mon registre, de façon à pouvoir établir un rapprochement avec les phénomènes que je pourrais pro-

bablement observer en ce point. En effet, ce matin, j'ai trouvé sur le bord, entre 75 et 100 degrés, de belles protubérances nébuleuses, des nuages et des flammes très-vives, comme dans la *fig.* 1.

Fig. 1.

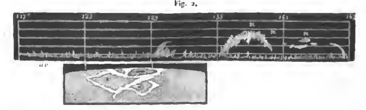


» L'examen du spectre a donné les raies suivantes, interverties aux différentes positions :

75° — 81° = hydrogène et D^3;
81 — 87 = hydrogène et D^3;
87 — 93 = hydrogène, D^3, *b*, 1474 K et 4 entre *b* et F;
93 — 99 = hydrogène, D^3, *b*, 1474 K et 4 entre *b* et F;
99 — 105 = hydrogène, D^3, *b*, 1474 K.

» Les simples facules sans taches ont donc donné des protubérances nébuleuses très-belles, avec le spectre caractéristique; tandis que, sur la portion du bord où la nébulosité était déjà soulevée en nuage, le spectre était métallique, sans les phénomènes d'une vive éruption. En même temps, il y avait plus bas une tache, près du bord, à l'angle 128 degrés (comme l'indique la figure 2), entourée de sa facule. J'ai placé, sur cette figure, la

Fig. 2.

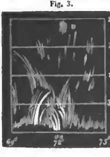


tache dans sa position précise, contre les détails observés au bord, dans le spectroscope. Où sont les pointes lumineuses inclinées autour du prétendu tourbillon ? Mon dessin n'en indique pas trace. Où sont les vapeurs métalliques des couches profondes, entraînées par l'hydrogène, qui devraient jaillir au-dessus de la couche rosée, en langues de feu,

en flammes ou en protubérances? Rien de tout cela ; seulement le spectroscope a accusé la présence du magnésium, qui caractérise les facules, tandis que, dans les mêmes conditions d'observation, nous avons pu observer le spectre métallique dans la région simple des facules 87-99 degrés.

» J'ajouterai encore une autre observation : le matin du 16 janvier 1873, il y avait, très-près du bord occidental, une autre tache à peine visible. Sur le bord, contre la tache, j'ai observé cette fois des phénomènes magnifiques, que je décrirai dans les *Memorie;* je me contenterai de donner ici le dessin fait à $2^h 20^m$: c'est la figure 3. Les langues les plus accentuées correspondent à celles dont l'intensité lumineuse était excessive : c'est le plus beau spectacle qu'on puisse voir dans ce genre d'observations; puis, de minces filets moins lumineux, recourbés, qui sortaient de la chromosphère et des portions détachées en haut, plus ou moins vives, comme l'indique la figure; on y constatait un caractère d'éruption. Je trouve quelques dessins des différentes phases observées entre $10^h 52^m$ et $2^h 13^m$, qui montrent une variabilité extrême. Ici encore, on ne trouve pas les jets inclinés hors de la tache.

Fig. 3.



Quant au spectre, c'était un des plus brillants que j'aie observé jusqu'ici. Voici les raies déterminées avec le spectre normal d'Angström :

Hydrogène, D^3, BC — Ba, b^1, b^2, b^3, b^4, 4943 (double),
5031 (double), 5194, 5229, 5272, 5282, 5265, 5316.

et deux autres lignes entre b et 5316, non déterminées. Nous sommes donc dans des conditions tout à fait contraires à celles des taches observées ce matin, où le calme était complet.

» En présence d'observations si claires, si indépendantes d'hypothèses ou d'idées préconçues, est-il possible d'accepter la théorie qui fait des cyclones la cause unique des taches solaires? Selon moi, certainement non. Il n'en faudrait cependant pas conclure que je me refuse à admettre les cyclones; en effet, j'ai dit moi-même, dans ma Note des *Memorie,* qu'il doit exister des cyclones dans l'atmosphère et à la surface du Soleil, et j'ai cité des observations, faites par moi, qui le démontrent; je pense donc que les études approfondies de M. Faye sur les cyclones solaires serviront sans doute à éclaircir beaucoup de faits, mais que ces phénomènes ne peuvent intervenir dans la formation des taches. Je reviendrai une

autre fois sur ce même argument, et j'espère que l'illustre académicien continuera à nous aider, avec son puissant génie, dans la recherche de la solution d'un problème aussi important. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les faisceaux de cercles;* Note de M. **Ribaucour**, présentée par M. Bertrand.

« Dans le système de représentation des imaginaires proposé par M. Laguerre, l'intersection des cônes isotropes ayant deux points pour sommets est un cercle qui sert d'image à ces deux points; tout faisceau de cercles représente alors un couple de surfaces. On est donc naturellement conduit à tenter l'étude directe des faisceaux de cercles.

» Les plans des cercles d'un tel faisceau enveloppent une surface (A) sur laquelle un réseau orthogonal sert à déterminer par rapport à chaque point A les coordonnées ξ et η du centre C du cercle de rayon r tracé dans le plan tangent en A. Si l'on passe de A en A', les paramètres augmentant de du et dv, on a un cercle de centre C', de rayon $r + \Delta r$, se projetant sur le plan tangent en A suivant un cercle de centre c, de rayon $r + \Delta r$. Ce dernier rencontre (C) en deux points D et D'. Nous appellerons la droite DD' corde de contact relative au déplacement AA'. Si l'on suit sur (A) une ligne quelconque, les cercles forment une surface élémentaire; le plan tangent varie tout le long de (C). Soit K un point du cercle, dont les coordonnées sont X et Y par rapport aux axes issus de A, le plan normal en K rencontre le cercle (C') en K' et le cercle (c) en k; θ désignant l'angle du plan tangent avec celui de (C), on a

$$\operatorname{tang}\theta = \frac{K'k}{Kk}.$$

L'introduction des éléments du réseau orthogonal employés dans la théorie des surfaces (*Journal de l'Ecole Polytechnique*, XLII[e] cahier, p. 32) donne

$$r\operatorname{tang}\theta = \frac{-du(PX+SY)+dv(RX-QY)}{\left\{\begin{aligned} &du\left[r\frac{dr}{du}+(X-\xi)\left(f+\frac{d\xi}{du}+\frac{df}{g\,dv}\eta\right)+(Y-\eta)\left(\frac{d\eta}{du}-\frac{df}{g\,dv}\xi\right)\right]\\ &+dv\left[r\frac{dr}{dv}+(X-\xi)\left(\frac{d\xi}{dv}-\frac{dg}{f\,du}\eta\right)+(Y-\eta)\left(\frac{d\eta}{dv}+g+\frac{dg}{f\,du}\xi\right)\right]\end{aligned}\right\}};$$

égalés à zéro, le numérateur donne la conjuguée de AA', le dénominateur donne la corde de contact. On déduit immédiatement de cette formule les conséquences suivantes :

» *Tout cône ayant son sommet sur l'axe de (C), et passant par ce cercle, touche la surface élémentaire en deux points; quel que soit le cône, la droite qui joint ces deux points passe par un même point M; pour toutes les surfaces élémentaires, le lieu du point M est une conique, les asymptotes de cette conique sont parallèles aux normales des surfaces enveloppant les axes des cercles. Si l'on considère un même cône et toutes les surfaces élémentaires, les droites joignant les points où il touche chaque surface passent par un même point; le lieu de ces points pour tous les cônes est la conique lieu du point M. Si l'on déduit du faisceau un autre faisceau en augmentant d'une constante le carré des rayons des cercles, les cônes de même sommet ont les mêmes droites de contact.*

» *Les quatre points d'intersection de la conique (M) et du cercle (C) donnent lieu à quatre directions pour lesquelles les cercles consécutifs se rencontrent en un point où le plan tangent est indéterminé; il y est au contraire invariable pour toutes les autres surfaces élémentaires; le lieu de ces points est la surface enveloppe des cercles (si l'on y joint l'ombilicale).*

» De ce qui précède il résulte qu'en général il n'est pas possible de faire passer une sphère par deux cercles consécutifs d'un faisceau; le cas où cela devient possible de deux manières mérite d'être signalé : il faut alors que la corde de contact coïncide de deux façons avec la conjuguée du chemin suivi. L'enveloppe des cordes de contact doit être A, ce que l'on exprime par les conditions

$$r\frac{dr}{du} - \xi\frac{d\xi}{du} - \eta\frac{d\eta}{du} = f\xi,$$
$$r\frac{dr}{dv} - \xi\frac{d\xi}{dv} - \eta\frac{d\eta}{dv} = g\eta.$$

Posant

$$R^2 = \xi^2 + \eta^2 - r^2,$$

il vient

$$\xi = -\frac{R\,dR}{f\,du},\quad \eta = -\frac{R\,dR}{g\,dv}.$$

Ceci prouve que *les cercles ont pour axes les cordes de contact d'une enveloppe de sphères de rayon R dont les centres sont sur (A), qu'ils sont orthogonaux aux sphères enveloppées, et sont l'image des deux nappes de l'enveloppe. La conique (M) se réduit à ses asymptotes qui se coupent en A; ces droites sont conjuguées; elles sont tangentes aux directions qu'il faut suivre pour que les cercles se coupent consécutivement en deux points.*

» Lorsque (M) devient un cercle, l'enveloppe du faisceau n'a plus que

deux nappes à distance finie; il suffit, pour que cela ait lieu, que les normales aux développables formées par les axes soient isotropes; la valeur de r reste arbitraire, et la surface (A) est quelconque. On peut supposer qu'elle se réduit à une sphère; le réseau orthogonal étant pris isomérique, les équations du faisceau d'axes deviennent

$$\xi = \lambda \frac{d\varphi}{dv}, \quad \eta = \lambda \frac{d\varphi}{du},$$
$$\frac{d^2\varphi}{du^2} + \frac{d^2\varphi}{dv^2} = 0;$$

on peut donc en former l'intégrale.

» Par le point où le plan normal en K à (C) rencontre chaque cercle infiniment voisin, si nous menons la tangente à ce dernier, nous formerons autour du point K un pinceau de droites dans lequel chaque direction AA' déterminera une surface élémentaire; la variation du plan tangent à cette surface tout le long de la tangente en K à (C) est encore exprimée par la formule donnée plus haut, dans laquelle X et Y sont les coordonnées d'un point de la tangente. Cette formule est en effet vérifiée : 1° pour le point K; 2° pour le point sur la conjuguée de AA' où tangθ doit être nulle; 3° pour le point sur la corde de contact où tangθ doit être infinie.

» On en conclut que *le lieu des points doubles de tous les pinceaux, lorsque* K *décrit* (C), *est la conique* (M).

» Désignons par α l'angle de CK avec AX, et par l la distance du point dont les coordonnées sont X et Y au point K; remplaçons X et Y par leurs valeurs en α, et l dans l'équation donnant tangθ.

» Si l'on écrit que tangθ est indépendante de l, l'équation du second degré qui en résulte entre du et dv détermine les directions qu'il faut suivre pour qu'au point K les surfaces élémentaires soient développables. La condition pour que ces directions soient conjuguées (en supposant η nul, ce qui est permis) est

$$g \sin\alpha \left(f\xi + \xi \frac{d\xi}{du} - \frac{r\,dr}{du} \right) + \cos\alpha \left(\xi^2 \frac{df}{dv} + f \frac{r\,dr}{dv} \right) + r \left(\frac{df}{dv} \xi + f \frac{d\xi}{dv} \right) = 0;$$

d'où il résulte qu'il y a toujours deux points sur le cercle où cette condition est vérifiée. Si l'on veut qu'elle le soit partout, elle doit être indépendante de α.... *Les cercles sont l'image des deux nappes d'une enveloppe de sphères ayant leurs centres sur* (A). Il est à remarquer que l'équation précédente est indépendante de la forme de (A), ce qui est vrai d'ailleurs pour un faisceau de courbes planes quelconques.

« Si l'on écrit que $\tang\theta$ est indépendante de du et dv, on a deux équations qui, par l'élimination de l, déterminent les angles que font en K les développables avec le plan du cercle ; on remarque que le produit de leurs tangentes est indépendant de la forme de (A), propriété intéressante qui s'applique d'ailleurs à un faisceau de courbes planes quelconques.

» Il n'y a en général que deux points du cercle où les développables se coupent à angle droit ; s'il en est de même en tous les points, le faisceau admet une famille de surfaces trajectoires faisant partie d'un système orthogonal. (*Comptes rendus*, 14 février 1870.) *Les cercles sont l'image des deux nappes d'une enveloppe de sphères dont la somme algébrique des aires est nulle.*

» Traçons un contour infiniment petit sur (A), les cercles correspondant à tous ses points limitent une surface fermée dont on peut aisément calculer le volume. On cherche l'aire que le faisceau limite sur le plan normal en K à (C) ; le produit de cette aire par l'élément de (C) intégré tout le long du cercle [si l'on prend pour réseau orthogonal celui des lignes de courbure de (A)] a pour expression

$$\varpi\, du\, dv \left[\frac{d}{dv}(\mathrm{P}r^2\xi) - \frac{d}{du}(\mathrm{Q}r^2\eta)\right].$$

Le solide considéré est divisé en quatre parties par la surface enveloppe des cercles ; les volumes de deux d'entre elles se retranchent des volumes des deux autres ; en posant

$$\mathrm{P}r^2\xi = \frac{d\varphi}{du}, \quad \mathrm{Q}r^2\eta = \frac{d\varphi}{dv},$$

on a l'intégrale des faisceaux de cercles dont le volume est nul. »

PHYSIQUE. — *Sur le spectre de l'acide borique ;* Note de M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« Édimbourg, le 23 mars 1873.

» Je lis dans le *Compte rendu* de la séance du 24 février dernier une intéressante Note de M. Bidaud, sur la coloration verte de la flamme du gaz, produite par des traces d'acide borique. Me plaçant à un point de vue différent de celui de M. Bidaud (1), j'ai dessiné le spectre de l'acide borique ; je saisis cette occasion pour adresser à l'Académie l'épreuve d'une

(1) Je chauffe simplement l'acide borique sur un fil de platine, suivant la méthode usuelle.

planche gravée qui représente ce spectre et qui fait partie d'un petit ouvrage que je fais imprimer.

» Les bandes principales de l'acide borique constituent, dans leur ensemble, un de ces systèmes dont les éléments se rapprochent et perdent en intensité à mesure qu'ils s'éloignent du plus brillant d'entre eux. Dans les systèmes de ce genre que j'ai eu l'occasion d'étudier, j'ai souvent remarqué, entre les longueurs d'ondes des raies ou bandes élémentaires, l'existence de relations assez simples qui se révèlent, si l'on place en regard les différences 1res, 2es et 3es. Ces différences sont fréquemment représentées par des constantes, ou offrent des régularités dans leur marche. Je me suis parfois servi de cette méthode pour calculer la position de raies indiscernables, qu'un changement convenable dans les conditions expérimentales faisait, en effet, apparaître aux endroits indiqués; j'ai été également conduit à reprendre la mesure de raies ou bandes très-faibles et indécises, dont les erreurs de position, signalées par le calcul, devenaient évidentes dès que l'intensité de la lumière permettait une détermination plus rigoureuse.

» Les trois petites bandes rouges du spectre de l'acide borique ne paraissent pouvoir se rattacher au système des larges bandes qu'au moyen de considérations que je ne puis développer ici.

» Voici les longueurs d'ondes *mesurées* des centres (1) des larges bandes:

		Diff. 1re.	Diff. 2e.	Diff. 3e.	
δ	580,7				
		32,7			
α(2)	548,0		3,9		
		28,8		0,2	
β	519,2		3,7		
		25,1		0,6	
γ	494,1		3,1		
		22,0		0,3	
ε	472,1		2,8		
		19,2		0,6	
	452,9		2,2		
		17,0			
Environ (3)	435,9			1,7,	moyenne = 0,4.

» On voit que les différences 2es décroissent lentement en allant du rouge au violet, avec une diminution moyenne de 0,4 d'un terme à l'autre.

(1) Les centres de bandes aussi larges et aussi nébuleuses ne sont pas faciles à mesurer très-exactement; il est même surprenant que le sentiment de la symétrie permette à l'œil d'apprécier avec aussi peu d'erreur la coïncidence du fil micrométrique avec le milieu des bandes, ce que démontre la faiblesse relative des écarts qui existent entre les diverses séries de mesures d'une même bande.

(2) Milieu de la grosse et forte raie.

(3) Cette dernière bande est tellement faible, que je ne l'ai pas reproduite dans mon dessin; c'est à peine si, dans les conditions de mes expériences, on l'aperçoit vaguement par une observation attentive.

Si, acceptant la constance des différences 3es, nous adoptons comme meilleures mesures probables celles des trois plus brillantes bandes α, β et γ, la deuxième différence 2e conservera la valeur 3,7, et les positions rectifiées des autres bandes deviendront :

	Mesure.	Calculé d'après α, β, γ.	Diff. 1re.	Diff. 2e.	Diff. 3e.
δ	580,7	580,9	32,9		
α	548,0	548,0	28,8	4,1	
β	519,2	519,2	25,1	3,7	0,4
γ	494,1	494,1	21,8	3,3	0,4
ε	472,1	472,3	18,9	2,9	0,4
	452,9	453,4	16,4	2,5	0,4
	435,9	437,0			

» Ainsi, dans le cas où les positions de α, β et γ n'auraient à subir aucune correction, le calcul indiquerait, pour les deux bandes les plus réfrangibles, des erreurs de $-$ 0,5 et $-$ 1,1; ce qui ne serait point étonnant, vu le peu de netteté de ces bandes.

» On sera peut-être surpris de voir que la bande δ possède beaucoup moins d'intensité que la bande α, plus avancée qu'elle dans le système. Ce fait se présente assez fréquemment (bien que le contraire soit la règle la plus générale); c'est alors, à partir de la deuxième et plus forte raie (ou bande), que l'intensité décroît à peu près régulièrement jusqu'au bord faible du système. Le maximum d'intensité est enfin plus rarement placé sur la troisième raie (1). Je citerai les spectres électriques de l'aluminium métallique et du chlorure de manganèse, comme exemples de ces particularités, qui n'appartiennent pas à *toutes* les bandes dégradées de ces deux spectres, mais seulement à *quelques-unes d'entre elles*. Laissant maintenant de côté les considérations théoriques, je signalerai aux chimistes l'avantage que procure dans la recherche de l'acide borique l'addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique aux liquides sur lesquels on fait éclater l'étincelle d'induction. Ainsi, une solution d'acide borique dans l'eau chaude ne donnant, sous l'action de l'étincelle, qu'un faible spectre, pâle image de celui qu'on obtient dans la flamme du gaz, j'ajoutai une très-petite quantité d'acide chlorhydrique : il se produisit aussitôt un spectre brillant, contenant les mêmes bandes que celui de la flamme, mais plus larges. L'élargissement portait principalement sur le bord gauche des bandes (vers le rouge). »

(1) Par exemple, dans la bande rouge du chlorure de manganèse.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'alcool et l'acide acétique normaux du lait, comme produits de la fonction des microzymas;* par **M. A. Béchamp.**

« Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 654), j'ai tenté de démontrer que le lait contient nécessairement des microzymas, lesquels, par une action toute physiologique, produisent les agents de la coagulation spontanée. De l'activité connue des microzymas en général, j'ai conclu que le lait caillé, outre l'acide lactique, doit nécessairement contenir de l'alcool et de l'acide acétique; mais alors pourquoi le lait n'en contiendrait-il pas physiologiquement?

» La présente Note a pour objet de démontrer que le lait de la vache, au moment où l'on vient de la traire à l'heure accoutumée, contient réellement ces deux composés, et subsidiairement que, la même cause agissant pendant la coagulation et après, l'alcool et l'acide acétique doivent augmenter dans le lait caillé. C'est, en effet, ce qui a lieu.

» Le lait frais est additionné d'un léger excès d'acide oxalique, et immédiatement soumis à la distillation dans un bain de chlorure de calcium, dont, pour éviter la formation de produits accidentels, la température est maintenue à 120 degrés. Pendant cette opération, on n'empêche que difficilement la formation d'une mousse gênante; si cela a lieu, on n'en continue pas moins, et l'on en est quitte pour rectifier. Les $\frac{19}{20}$ du lait sont distillés. Le liquide limpide est toujours à réaction acide : on ajoute un excès de carbonate de soude pur, et l'on recueille un peu plus du dixième, lequel est concentré, par distillation et rectification, sur du carbonate de potasse.

» Quant au lait caillé, il est jeté sur un filtre : le sérum et les eaux de lavage du fromage sont recueillis et distillés comme ci-dessus.

» J'ai opéré sur un volume de lait frais assez considérable pour obtenir une quantité d'alcool mesurable à l'alcoomètre. Il a été caractérisé : 1° par son inflammation : il brûlait avec la flamme caractéristique; 2° par les produits de son oxydation à l'aide d'un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique; 3° par la formation de l'acétate de soude cristallisé; 4° enfin par la formation et l'analyse de l'acétate d'argent. Voici le résultat de cette dernière opération :

Sel d'argent séché à 100 degrés..................	gr 0,236
Argent résidu de la calcination..................	0,153

Cela donne 64,83 pour 100 d'argent. Le calcul exigerait 64,66.

» L'acide acétique a été retiré des résidus sodiques dont l'alcool avait été séparé. Il a été caractérisé surtout par la formation de l'acétate de soude : jusqu'à la dernière goutte, ce sel cristallisait avec sa forme habituelle. Je n'ai jamais vu qu'il y eût une trace d'acides supérieurs à l'acide acétique.

» Les mêmes choses ont été vérifiées sur l'alcool et l'acide acétique du lait spontanément caillé à l'abri de l'air. Dans ce cas, il était surtout intéressant de rechercher l'acide butyrique, ou d'autres acides volatils homologues, qui sont des produits de l'altération des matières albuminoïdes; il n'y en a point : jusqu'à la dernière goutte, l'acétate de soude cristallisait.

» Les choses étant comme je viens de le dire, il était intéressant de rechercher l'alcool et les acides volatils dans le lait coagulé des caillettes d'agneau. Le contenu du quatrième estomac de deux agneaux a été délayé dans l'eau et le liquide distillé. J'y ai trouvé l'alcool, l'acide acétique et, en même temps, un peu d'acide caproïque.

» Pour savoir s'il était permis de généraliser, j'ai recherché l'alcool et l'acide acétique dans le lait d'ânesse. La bête a été amenée près de mon laboratoire, et le lait tiré a été distillé. Comme celui de vache, il contient de l'alcool et de l'acide acétique. On peut donc, sans trop de témérité, admettre que l'alcool existe dans le lait de tous les herbivores. Il faudra le rechercher dans celui des carnivores.

» J'ai tenu à faire quelques dosages d'alcool et d'acide acétique dans le lait frais, pour en comparer les quantités à celles qui existent dans le lait caillé. L'alcool a été déterminé indirectement, par l'acide acétique que son oxydation fournit; cela m'a paru suffisant pour les rapports que je voulais faire ressortir. Cet acide et celui que le lait contient tout formé ont été dosés à l'aide d'une liqueur titrée de soude caustique.

I. 1500 centimètres cubes de lait de vache ont donné :

Alcool exprimé en acide acétique......	$0^{gr},336$	Par litre :	$0^{gr},224$
Acide acétique......................	$0^{gr},090$	»	$0^{gr},060$

II. 1750 centimètres cubes de lait de vache ont donné :

Alcool exprimé en acide acétique.....	$0^{gr},360$	Par litre :	$0^{gr},205$
Acide acétique.....................	$0^{gr},114$	»	$0^{gr},065$

III. 2000 centimètres cubes du lait d'une autre vache ont donné :

Alcool exprimé en acide acétique.....	$0^{gr},042$	Par litre :	$0^{gr},021$
Acide acétique...................	$0^{gr},282$	»	$0^{gr},141$

IV. 2500 centimètres cubes de lait de la même vache ont donné :

Alcool exprimé en acide acétique.....	$0^{gr},090$	Par litre :	$0^{gr},036$
Acide acétique....................	$1^{gr},102$	»	$0^{gr},041$

V. 800 centimètres cubes de lait d'ânesse ont donné 30 centimètres cubes d'alcool à 3,5 degrés centésimaux, et 0,036 d'acide acétique.

» L'alcool et l'acide acétique du lait varient donc dans des limites très-étendues, sur quoi j'insisterai plus loin; mais leur qualité augmente notablement dans le lait caillé à l'abri de l'air, dans les conditions que j'ai spécifiées dans ma précédente Note; voici deux dosages qui le démontrent :

» I. Dans le sérum provenant de 1700 centimètres cubes de lait, trois jours après que la coagulation se fut accomplie, il y avait :

Alcool exprimé en acide acétique...........	$0^{gr},45$
Acide acétique.........................	$0^{gr},48$

» II. Dans le sérum provenant de 1690 centimètres cubes de lait, quinze jours après que la coagulation se fut accomplie, il y avait :

Alcool exprimé en acide acétique...........	$0^{gr},62$
Acide acétique.........................	$0^{gr},79$

» Dans la première expérience, les microzymas étaient normaux; ils étaient partiellement transformés en bactéries dans la seconde. Il importe de faire remarquer ici que, dans le lait coagulé de la caillette d'agneau, il existe également une grande quantité de bactéries; c'est là un fait qui a une grande signification, et sur lequel nous aurons, M. Estor et moi, l'occasion de revenir.

» Ainsi, non-seulement le lait qui s'aigrit engendre de l'alcool et de l'acide acétique, mais le lait lui-même contient ces deux composés. Je n'oserais soutenir que l'alcool, au même titre que certains autres éléments chimiques du lait, soit un produit de la fonte des globules galacto-poiétiques; non, je crois plutôt qu'il se forme dans la glande mammaire, d'une traite à l'autre, par l'action même des microzymas lactés sur les matières glucogènes du lait. Ce qui me paraît démontrer qu'il en est ainsi, c'est que cet alcool et l'acide acétique n'y existent qu'en minime et variable quantité, laquelle augmente naturellement hors de la mamelle, sans qu'il intervienne d'autres ferments organisés que les microzymas.

» Ce qui me paraît ressortir avec le plus d'évidence de ce travail, dont ce qui précède n'est qu'une ébauche, c'est une grande généralisation. J'ai

déjà montré l'alcool et l'acide acétique se produisant dans l'œuf que l'on brouille par de vives secousses, dans le foie entier que l'on abandonne à lui-même, dans l'urine humaine, etc. Les microzymas de toute origine que j'ai étudiés, ceux de la craie et d'autres calcaires, ceux de l'atmosphère et de la poussière des rues, ceux des animaux et des végétaux, jouissent tous de la même aptitude à former l'alcool et l'acide acétique, non-seulement avec les matières glucogènes, mais aussi avec des substances qui ne sauraient être converties en sucre, comme les acides tartrique, citrique, mucique, lactique, etc. Dans les fruits qui mûrissent, ce sont les mêmes microzymas qui engendrent l'alcool et l'acide acétique qu'on y découvre si aisément, et qui s'y produisent en plus grande abondance si, en les meurtrissant, on rompt les cellules qui les contiennent pour les mettre plus immédiatement en contact avec les sucs ambiants; j'aurai l'occasion de revenir sur tout cela.

» Je prie l'Académie de m'accorder la permission de faire, en finissant, une dernière remarque. M. Liebig (et beaucoup de physiologistes à sa suite) fait jouer un grand rôle à l'altérabilité des matières albuminoïdes dans les phénomènes de fermentation, sans jamais préciser scientifiquement en quoi consiste cette altérabilité. Cette doctrine du savant allemand, qui constitue la plus grande erreur physiologique et chimique que je connaisse, doit être combattue. J'ai déjà affirmé que, dans la fermentation des œufs, la matière albuminoïde se retrouvait inaltérée; je montrerai prochainement que, dans l'aigrissement du lait, la caséine et l'autre matière albuminoïde se retrouvent intactes, avec leurs propriétés essentielles. Qu'il me suffise de dire que j'ai réussi à déterminer le pouvoir rotatoire de la caséine, lequel est sensiblement quadruple de celui de l'albumine pure. Or la caséine extraite du lait caillé et celle du lait récent ont le même pouvoir rotatoire. »

M. Huard du Pally adresse une Note relative à l'emploi d'une « mixture à émanations dynamophores », pour accroître la quantité de travail qui peut être fournie par un ouvrier, dans un temps déterminé.

M. Franz Calvert adresse la photographie d'un os trouvé dans le terrain miocène des Dardanelles et qu'il considère comme un *os gravé*.

M. le général Morin appelle l'attention de l'Académie sur les quatrième,

cinquième et sixième livraisons de la « Revue mensuelle d'Artillerie, publiée par les soins du Comité de l'armée. »

« Cette publication a pour objet de tenir les officiers d'artillerie au courant des travaux et des expériences qui se poursuivent en France, et de les renseigner sur les artilleries étrangères. Riche de faits, mais sobre de discussions, la Revue d'artillerie forme un recueil précieux pour ceux qui s'intéressent aux progrès de cette arme, appelée à jouer un si grand rôle dans les destinées des nations. Elle sera d'un grand secours pour les officiers de l'arme, qui se plaignaient, avec raison, du mystère illusoire dont on semblait se plaire à entourer toutes les recherches nouvelles. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Astronomie, par l'organe de son doyen, M. MATHIEU, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante dans son sein, par le décès de M. *Delaunay* :

En première ligne. . . . . M. LŒWY.
En deuxième ligne. . . . . M. WOLF.
En troisième ligne, et par ordre alphabétique . . . . { M. STEPHAN. M. TISSERAND.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures trois quarts. É. D. B.



BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 23 mars 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Mathematical Notes; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1872; opuscule in-8°.

Remarks on the calculation of π; *by* J.-W.-L. GLAISHER. London, 1872; opuscule in-8°.

Supplementary remarks some early logarithmic Tables; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1872; opuscule in-8°.

On a differential equation allied to Riccati's; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1872; opuscule in-8°.

Notice respecting some new facts in the early history of logarithmic Tables; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1872; opuscule in-8°.

Mathematical Note; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1872; opuscule in-8°.

Notes on definite integrals, by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1872; opuscule in-8°.

On Fourier's (double-integral) theorem; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1872; opuscule in-8°.

Pineto's Table of ten figure logarithms of numbers; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1872; opuscule in-8°.

On the relations between the particular integrals in Cayley's solution of Riccati's equation; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1872; opuscule in-8°.

On Abel's expression for $\Phi(x+yi)+\Phi(x-yi)$; *by* J.-W.-L. GLAISHER. London, 1872; opuscule in-8°.

On the history of Euler's constant; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1871; opuscule in-8°.

Remarks on certain portions of Laplace's proof of the method of least squares; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1872; opuscule in-8°.

On semi-convergent series; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1872; opuscule in-8°.

On the reduction of functional transcendents; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1872; opuscule in-8°.

On sin ∞ and ∞; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1871; opuscule in-8°.

On certain theorems in logarithmic transcendents; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1872; opuscule in-8°.

On a class of definite integrals; part I-II; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1871; 2 br. in-8°.

On the summation by definite integrals of geometrical series of the second and higher orders; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1871; opuscule in-8°.

On certain definite integrals. On Lambert's proof of the irrationality of π, and on the irrationality of certain other quantities. On the calculation of e (the base of the napierian logarithms) from a continued fraction; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1871; opuscule in-8°.

On a paradox in infinite series; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1871; opuscule in-8°.

On Riccati's equation; by J.-W.-L. GLAISHER. London, 1871; opuscule in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 31 mars 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

LAMARK, *Philosophie zoologique.* Nouvelle édition, revue et précédée d'une Introduction biographique par M. Ch. MARTINS. Paris, F. Savy, 1873; 2 vol. in-8°.

Ébauche de psychologie; par A.-A. LIÉBAULT. Paris, G. Masson; Nancy, N. Grosjean, 1873; 1 vol. in-8°.

Observations à propos d'une Note de M. Leymerie, intitulée : Sur un trait de la constitution des Pyrénées; *par* M. H. MAGNAN. Paris, imp. Blot; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

Note sur une deuxième coupe des petites Pyrénées de l'Ariége. Sur l'ophite (diorite), roche essentiellement passive, et *Aperçu sur les érosions et les failles; par* M. H. MAGNAN. Paris, imp. Blot; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

Documents relatifs à la connaissance de la partie inférieure du terrain de craie (néocomien, aptien, albien) des Pyrénées françaises et des Corbières, à certaines

critiques faites par M. Leymerie, à propos de ce terrain et des étages du muschelkalk et du zechstein dans le Tarn et l'Aveyron; par M. H. MAGNAN. Toulouse, imp. de Bonnal et Gibrac; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse.*)

Notice sur le terrain quaternaire des bords de la montagne Noire, entre Castres et Carcassonne, et sur l'ancien lit de l'Agout, avec coupes et cartes géologiques; par M. H. MAGNAN. Toulouse, typ. de Bonnal et Gibrac, 1870; br. in-8°.

Études des formations secondaires des bords sud-ouest du plateau central de la France, entre les vallées de la Vère et du Lot. Découverte, dans ces régions, du permien, du muschelkalk, du keuper et de l'infralias; par M. H. MAGNAN. Toulouse, typ. de Bonnal et Gibrac, 1869; br. in-8°.

Coupes dans la partie centrale des Pyrénées françaises (petites Pyrénées, Saint-Gironnais et pays de Conflans). Mémoire posthume de H. MAGNAN. Toulouse, imp. de Bonnal et Gibrac, 1873; in-8°.

Notices chimiques et cristallographiques sur quelques sels de glucine et des métaux de la cérite; par M. C. MARIGNAC. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle,* mars 1873.)

La tempérance et le néphalisme : la ville des buveurs d'eau ou les tisserands de Bessbrook en Irlande; par MÉRILLE DE COLLEVILLE. Paris, Guillaumin et Cie, 1873; br. in-8°. (Extrait du *Journal des Économistes.*)

Description des formations glaciaires de la chaîne des Vosges en Alsace et en Lorraine; par M. Ch. GRAD. Paris, F. Savy, 1873; in-8°.

Hôpital Saint-André de Bordeaux. Clinique chirurgicale. Tribut à la Chirurgie conservatrice. Résections. Évidements; par le Dr ORÉ. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1872; in-8°. (Présenté par M. Bouillaud, pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

Théorie des intégrales et des fonctions elliptiques; par le Dr OSKAR SCHLOEMILCH, traduit de l'allemand, et précédé d'une Introduction sur la théorie des fonctions d'une variable imaginaire; par J. GRAINDORGE. Liége, E. Decq; Paris, Gauthier-Villars, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

Des fumeurs et des mangeurs d'opium dans l'Indo-Chine, et de l'emploi thérapeutique de la fumée d'opium selon le mode exposé à l'Académie de Médecine de Paris le 8 *décembre* 1868; *par* le Dr ARMAND. Paris, libr. G. Masson, 1873. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

De la transfusion du sang défibriné. Nouveau procédé pratique; par L. DE

Belina; 2e édition. Paris, A. Delahaye, 1873; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Nouveaux appareils en zinc laminé pour les membres inférieurs; par le Dr Raoult-Deslongchamps. Paris, V. Rozier, 1873; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Mémoire sur les marées de la basse Cochinchine; par M. G. Héraud. Paris, Challamel, 1873; br. in-8°.

La forme protogénique dans les trois règnes, ou la matière, le mouvement et la vie; par le Dr Ch. Brame. Tours, imp. Ladevèze, 1872; in-8°.

Revue d'Artillerie; 1re année, t. Ier, janvier à mars 1873. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1873; 3 nos in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Dr Renard; année 1872, nos 1 et 2. Moscou, imp. de l'Université impériale, 1872; 2 vol. in-8°.

Nouvelle classification des nuages, etc.; par André Poey. Paris, Challamel; br. in-8°, avec planches. (Extrait des *Annales hydrographiques.*)

Relacion del gran terremoto acaecido el 13 y 16 de agosto de 1868 en las Republicas del Peru, de Chile y del Ecuador; por D. Andrés Poey. Habana, imp. la Antilla de Cacho-Negrete, 1868; br. in-8°.

ERRATA

(t. LXXVI, 1er semestre de 1873).

Page 738, ligne 31 (Note sur quelques points de la théorie des cyclones solaires, par M. Faye), *au lieu de* chromosphère, *lisez* photosphère.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 AVRIL 1873,

PRÉSIDÉE PAR M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Mémoire sur les piles et actions électrocapillaires;* par M. BECQUEREL. (Extrait.)

« J'ai commencé par rappeler, dans ce Mémoire, les recherches que j'ai faites anciennement pour établir les principes à l'aide desquels on a pu former les piles à courant constant, soit à sulfate de cuivre, soit à acide nitrique; ces mêmes principes, en y joignant celui qui est relatif aux actions électrocapillaires dont il a été question dans le précédent Mémoire, m'ont servi également à établir les piles électrocapillaires.

» Le principe des actions électrocapillaires consiste dans la propriété que possèdent les parois humides des espaces capillaires, quelle que soit la nature des corps, de conduire l'électricité à la manière des corps solides conducteurs, d'où résulte des courants qui produisent dans ces espaces des réductions métalliques et d'autres actions chimiques.

» Le couple électrocapillaire, tel qu'il a été décrit dans le précédent Mémoire (*Comptes rendus* du 3 février 1873), se compose d'une éprouvette contenant une dissolution de nitrate ou de sulfate de cuivre, dans laquelle plonge un tube fêlé renfermant une dissolution de monosulfure de sodium, où l'on introduit un tube tamponné par le bout inférieur avec une bande

de papier enroulée en spirale et contenant une dissolution saturée de nitrate ou de sulfate de cuivre; on introduit ensuite dans le tube tamponné une lame de cuivre qui est mise en communication avec une lame mince de même métal enveloppant extérieurement le tube fêlé; cette dernière se trouve ainsi en communication avec le dépôt de cuivre formé dans la fêlure par l'action électrocapillaire.

» Lorsqu'on fait entrer un galvanomètre dans le circuit en rompant la communication, l'aiguille aimantée n'est pas déviée. Cet effet tient à ce qu'il existe, dans le couple, à l'instant qu'il commence à fonctionner, deux courants dirigés en sens contraire, l'un résultant de la réaction du nitrate sur le monosulfure dans le tube tamponné, l'autre provenant de la même réaction dans la fêlure. L'équilibre, toutefois, n'a qu'une courte durée; car, aussitôt que le cuivre commence à se déposer sur les parois de la fêlure, celles-ci deviennent meilleures conductrices, et le courant du tube tamponné a l'avantage sur le courant électrocapillaire, tandis que le courant de la fissure perd peu à peu de son intensité par sa transformation en courant électrocapillaire, qui chemine en sens inverse, et par conséquent dans la même direction que celle du tube tamponné. Il arrive un instant où ce dernier est annulé complétement, de sorte qu'il ne reste plus que le courant du tube tamponné, qui a la même intensité que le couple simple composé d'un tube tamponné contenant une dissolution de nitrate de cuivre plongeant dans une autre de monosulfure et fermant le circuit avec deux lames de platine. Il résulte de cet état de choses que, dans le couple électrocapillaire, le courant qui opère des réductions métalliques et autres réactions chimiques a une intensité double de celle du même courant du tube tamponné; elle est triple avec deux couples réunis en tension, etc., etc.

» On n'a pas tardé à reconnaître que les fêlures pratiquées dans des tubes présentent des inconvénients assez grands quand elles sont remplies de cuivre précipité : les tubes finissent par éclater. On évite cet inconvénient à l'aide du dispositif suivant :

» On prend un tube de 1 à 2 décimètres de longueur et de 2 centimètres de diamètre; on coupe ce tube en anneaux de 2 centimètres de hauteur; les sections sont usées à l'émeri sur un plan horizontal, afin de pouvoir les adapter aussi parfaitement que possible les uns sur les autres. Entre les joints, on place des feuilles minces de platine battu et qui sont mises en communication avec la lame de cuivre du tube tamponné. Ce couple donne alors immédiatement tout son effet, attendu que les bandes de feuille mince de platine remplacent le cuivre déposé. Il résulte de cette disposition que

l'électrode positive comme l'électrode négative se recouvrent de cuivre; la première n'est donc pas oxydée, par cela même qu'elle participe de l'état négatif des parois de la fêlure recouvertes de platine pur, de cuivre. Les anneaux sont reliés entre eux au moyen de deux petites plaques de cuivre placées aux deux extrémités du tube et traversées par trois tiges de même métal pourvues de vis et d'écrous, à l'aide desquels on presse à volonté ces anneaux les uns contre les autres.

» Des couples semblables, réunis en tension, constituent des piles fonctionnant comme des piles ordinaires à courant constant, pourvu que les dissolutions soient maintenues au maximum de concentration.

» Les forces électromotrices des couples à cadmium, zinc et sulfates des mêmes bases, à sulfate de cuivre et à acide nitrique, sont les suivantes :

1° Couple à cadmium, sulfate de cadmium, zinc, sulfate de zinc....	1
2° Couple électrocapillaire..................................	$2\frac{1}{2}$
3° Couple à sulfate de cuivre.............................	3
4° Couple à acide nitrique.................................	5

» La pile électrocapillaire n'est point destinée à produire de grands effets chimiques ou calorifiques, bien qu'elle ait une force électromotrice qui est les trois quarts de celle d'un couple à sulfate de cuivre; cela tient à ce que sa résistance est considérable, à cause des liquides et des espaces capillaires humectés de ces mêmes liquides que traverse le courant; mais elle peut servir utilement quand il s'agit de produire des actions lentes, continues et constantes, soit dans le règne organique, soit dans le règne inorganique. Les couples n'ont besoin, de temps à autre, que d'être démontés pour enlever une partie du cuivre précipité dans les fêlures, qui finiraient par s'obstruer.

» Dans la seconde partie du Mémoire, on expose les actions électrocapillaires produites quand un précipité métallique, ou non, humecté d'eau distillée ou d'une dissolution, est en contact avec une lame de métal plus ou moins oxydable, placée entre deux lames de verre et mastiquées sur les bords, afin d'empêcher, autant que possible, l'évaporation de l'eau et l'entrée de l'air, ce qui est très-difficile. Tous les effets chimiques produits sont dus au concours simultané des affinités et des courants électrocapillaires qui naissent de l'oxydation du métal. Voici comment on peut établir le principe : le métal s'oxyde aux dépens de l'oxygène de l'eau, qui est décomposée, et rend libre, de l'électricité négative, le liquide de l'électricité positive; or, chaque particule de précipité étant entourée d'une

couche de liquide infiniment mince, se comporte comme un corps solide conducteur; il se produit alors un effet électrochimique semblable à celui que l'on observe quand une lame de zinc, plongeant dans l'eau, est mise en contact avec une tige de cuivre; on a alors un couple voltaïque qui agit électrochimiquement.

» En opérant, avec une lame de zinc, du chromate de plomb, humecté d'eau distillée, il se forme avec le temps du chromate bibasique de plomb à l'état plus ou moins cristallin du chromate de zinc.

» En substituant le fer au zinc, on obtient encore le chromate bibasique cristallisé en aiguilles, du sesquioxyde de fer, de l'oxyde magnétique en lamelles brillantes, mélangé de chromate de fer et d'oxyde de plomb.

» L'analyse a été faite de tous ces produits, dont la formation prouve qu'il y a eu transport d'éléments et, par conséquent, mise en action de forces physiques qui seules peuvent l'opérer.

» On mentionne encore la formation du double oxalate cristallisé de potasse et de cuivre, qui a eu lieu dans un appareil composé d'un tube fermé par un bout avec du papier parchemin et contenant une dissolution saturée de nitrate de cuivre et d'une éprouvette renfermant une dissolution d'oxalate de potasse, où plongeait le tube. Ces deux dissolutions étaient séparées par le papier parchemin et se trouvaient en contact dans les pores du papier où elles réagissaient l'une sur l'autre, en produisant une double décomposition, d'où sont résultés un double oxalate et du nitrate de potasse; le double oxalate s'est déposé en cristaux sur la surface extérieure du papier, du côté de l'oxalate, tandis que le nitrate de potasse est entré dans le tube où se trouvait le nitrate. Cette action est due au courant électrocapillaire produit dans les pores de la cloison, comme cela a lieu dans les tubes fêlés.

» L'arragonite cristallisée, formée sur du gypse ayant séjourné pendant un certain nombre d'années dans une dissolution de bicarbonate de potasse, a été expliquée également en faisant intervenir les courants électrocapillaires, qui ont toujours lieu quand un corps solide est en contact avec un liquide qui réagit sur lui. Cette substance forme une croûte d'une certaine épaisseur sur le gypse.

» Les recherches dont il est question montrent l'importance de l'intervention des courants électrocapillaires dans les phénomènes naturels où les affinités se manifestent lentement; elles m'ont conduit à examiner les opinions qui ont été émises par les physiciens et les chimistes les plus éminents sur la nature des affinités, à une époque où les forces qui font l'objet de ce Mémoire n'étaient pas connues.

» Après avoir rapporté les opinions émises par les physiciens et les chimistes sur la nature des affinités, et notamment celle de M. Chevreul, qui a envisagé la question sous le point de vue le plus général, en prenant en considération toutes les causes qui exercent sur elles une influence, savoir : 1° les forces chimiques comprenant la cohésion et l'affinité; 2° les forces physiques, comprenant la chaleur, l'électricité et la lumière; 3° une force inconnue agissant au contact, sans fournir aucun élément aux composés; 4° enfin la division, la compression et la pesanteur. Quant à la force inconnue, appelée *catalytique* par Berzélius, il peut en exister plusieurs, parmi lesquelles se range la force électrocapillaire.

» Après avoir rapporté, dis-je, toutes ces opinions, j'ai résumé, comme il suit, mes observations sur cet important sujet :

» Dans les changements moléculaires et les transformations chimiques des corps, il se produit des effets calorifiques, électriques et quelquefois des effets lumineux, effets qui deviennent également causes des affinités; mais les forces qui les produisent dérivent-elles d'un même principe? se transforment-elles l'une dans l'autre? Quand un même effet est produit dans les corps, la somme des actions calorifiques, électriques, qui est équivalente, est-elle constante? On peut le supposer, mais cela n'est pas démontré.

» Il est vraisemblable que la chaleur étant due au mouvement vibratoire communiqué aux particules des corps, il doit en être de même de la lumière, qui ne semble différer de la chaleur que par la vitesse du mouvement vibratoire.

» Quant à l'électricité, rien n'indique d'une manière certaine qu'elle provienne d'un mouvement vibratoire ou d'une concentration d'un fluide pénétrant tous les corps et qui est inhérent à leurs particules. Au surplus, en ce qui concerne cet agent et le magnétisme, on ne connaît aucune hypothèse certaine pour rendre compte des effets produits.

» Lorsqu'on chauffe un corps, son volume change; réciproquement, quand le volume change, il y a production d'effets calorifiques. Si l'action moléculaire n'intervenait pas, il y aurait équivalence entre le travail exécuté et la quantité de chaleur émise ou absorbée : c'est ce que l'on obtient avec les gaz loin de leur changement d'état; mais lorsque des changements moléculaires ont lieu, ils correspondent à une somme de chaleur absorbée ou émise.

» Dans les changements d'état, sans changement de température, l'effet produit peut être mesuré par un effet calorifique constant, comme l'est

celui de l'échauffement et du refroidissement d'une quantité d'eau déterminée. On conçoit alors que, dans ces circonstances, les effets calorifiques puissent servir de mesure aux actions produites. Si l'on compare également les quantités de chaleur nécessaires pour élever d'un même nombre de degrés la température des équivalents des corps, on trouve des nombres égaux, comme l'indique la loi des chaleurs spécifiques de Dulong et Petit.

» Dans les actions chimiques, on observe aussi des effets calorifiques, mais ils n'indiquent que les résultantes d'effets fort complexes, tels que rapprochement ou éloignement des molécules, groupement particulier, etc., etc. Ces effets calorifiques ne sont donc pas aussi simples que dans les cas précédents.

» En ce qui concerne le dégagement de l'électricité dans le changement d'état des corps, on ne trouve rien. Lorsque les corps sont inégalement chauds, s'ils sont liquides, on n'observe aucun effet thermo-électrique; quand ils sont solides et surtout quand les parties en contact sont différentes de nature, ils deviennent sensibles; cependant, eu égard aux effets produits dans les actions chimiques, ils sont peu énergiques et ne peuvent servir à mesurer les effets produits. En général, avec les métaux, ceux qui ont le plus de chaleur spécifique sont électropositifs.

» Dans les actions chimiques dues à l'électricité, contrairement à ce qui se passe avec la chaleur, les lois sont plus simples, car 1 équivalent d'électricité décompose 1 équivalent d'un corps composé soumis à l'action décomposante de l'électricité : ce ne sont là encore que des rapports entre les effets produits par ces forces.

» Les actions électrocapillaires, qui sont dues au concours des affinités, de l'électricité et de l'attraction moléculaire, introduisent un nouvel élément dans la question, et ne sauraient être invoquées pour montrer que les affinités ont une origine calorifique; c'est le contraire, comme je l'ai montré.

» Si l'on peut mesurer dans certains cas les actions chimiques au moyen des effets de chaleur produits, il n'en est pas de même en employant les deux électricités devenues libres dans les mêmes circonstances; car ces deux électricités suivent tous les conducteurs qui se présentent à elles, même les couches liquides infiniment minces qui adhèrent aux corps non conducteurs pour réformer ce qu'on appelle le *fluide neutre*. Ces recompositions, en produisant souvent des courants électrocapillaires, aident aux réactions chimiques et compliquent singulièrement la question des affinités, comme on l'a démontré dans le Mémoire, en parlant des effets produits par ces courants.

» On fait remarquer en outre que, dans les réactions chimiques produites sous l'influence de la chaleur, telle que la fusion, rien ne prouve qu'il n'y ait pas des courants électrocapillaires agissant comme forces chimiques; cette question sera traitée dans un prochain Mémoire.

» En résumé, nous dirons que, dans l'état actuel de nos connaissances physico-chimiques, il n'est guère possible d'attribuer aux affinités une origine calorifique plutôt qu'une origine électrique, et réciproquement. Quelle est donc cette origine? Le temps nous l'apprendra; elle se rattache probablement à l'attraction universelle. En attendant, étudions toutes les causes qui exercent une influence sur les affinités, seul moyen de soulever le voile qui couvre ce mystère. »

GÉODÉSIE. — *Nouveau mode d'application du troisième théorème sur les attractions locales au contrôle des réseaux géodésiques et à la détermination de la vraie figure de la Terre;* par M. YVON VILLARCEAU. (Extrait par l'auteur.)

« En présentant à l'Académie une première solution du problème des surfaces de niveau, le 28 décembre 1868, j'indiquais une autre solution, fondée sur la considération des normales à une même surface de niveau, et l'existence d'une équation de condition entre les données; j'indiquais en même temps le parti que l'on pourrait tirer de cette équation pour le contrôle des opérations géodésiques. Dans la séance du 2 octobre 1871, j'ai présenté, sous une forme simple, l'équation différentielle de la surface de niveau, et j'en ai déduit l'équation de condition qui constitue le troisième théorème sur les attractions locales. L'intégration de l'équation différentielle a été effectuée au moyen des séries trigonométriques procédant suivant les sinus et cosinus des multiples des longitudes et latitudes géodésiques.

» L'intégration ainsi obtenue peut rencontrer dans la pratique des difficultés qu'on ne parviendrait à lever qu'en recommençant le travail déjà effectué : par exemple, ce n'est qu'après avoir effectué des interpolations, que l'on parviendra à reconnaître si, dans certaines régions accidentées, le nombre des stations astronomiques est ou n'est pas suffisant pour déterminer convenablement les inflexions de la surface de niveau. Si donc on arrive à reconnaître la nécessité d'augmenter le nombre des stations dans ces régions, on sera conduit à recommencer les intégrations dans toute l'étendue des lignes géodésiques qui les traversent.

» Le problème que nous voulons résoudre aujourd'hui est le suivant : Les stations astronomiques étant, par exemple, à peu près équidistantes,

dans le sens des méridiens et des parallèles, déterminer la figure des surfaces de niveau, dans une étendue comprenant un nombre restreint de points, tel que cinq au moins, et neuf à treize tout au plus, au moyen de l'altitude supposée connue d'un point central ; les ordonnées de la surface de niveau par rapport à la surface du sphéroïde de comparaison étant ainsi connues dans l'espace considéré, on prendrait l'une des stations situées à la limite de cet espace, comme point central d'une nouvelle circonscription, et en opérant ainsi de proche en proche, dans une direction déterminée, on obtiendrait les ordonnées de la surface de niveau dans toute l'étendue d'une zone de plusieurs degrés de largeur. La vérification de l'exactitude des résultats reposerait alors sur l'identité des cotes d'altitude obtenues pour une même station, qui se trouverait faire partie de plusieurs zones distinctes. Toutefois on doit remarquer que si, au lieu de diriger l'axe des zones suivant une ligne géodésique, on infléchit l'axe de la première zone parallèlement au contour de la première circonscription, les deux extrémités de la zone coïncideront, ce qui fournira la vérification la plus directe; en outre, la zone et l'espace intérieur déjà déterminé auront de nombreux points communs qui fourniront autant de vérifications distinctes. Dans cette manière de procéder, s'il arrive que, dans une région, il soit nécessaire de faire de nouvelles stations astronomiques, la partie des calculs qu'il faudra reprendre se trouvera limitée à cette même région. En continuant ainsi, on ne sera pas exposé à reprendre un ensemble de calculs déjà effectués, et l'on sera en possession d'une base solide, sur laquelle pourront s'appuyer avec sécurité les déterminations relatives aux zones extérieures.

» Dans ce travail, nous ferons usage des développements en séries ordonnées suivant les puissances et produits des différences des coordonnées des points considérés et du point central. Comme on peut employer les coordonnées angulaires et les coordonnées linéaires, il est clair que les développements pourront s'obtenir sous des formes différentes.

» 1° *Emploi des coordonnées angulaires.* — En conservant les notations de la Communication du 2 octobre 1871, et négligeant les termes du second ordre par rapport aux attractions locales, on réduit l'équation différentielle (18) de la surface du niveau à

$$(36)\qquad d\Delta = -\frac{a^2c^2}{V^3}\sin(L'-L)\,dL - a\cos\lambda\cos L\sin(\mathcal{L}'-\mathcal{L})\,d\mathcal{L},$$

équation dans laquelle on peut remplacer V et $a\cos\lambda$ par leurs valeurs en fonctions de L; les équations (13) donnent à cet effet

$$(37)\qquad V^2 = a^2\cos^2 L + c^2\sin^2 L,\quad a\cos\lambda = \frac{a^2}{V}\cos L.$$

Soient L_i et $\mathcal{L}_i$ les latitude et longitude géodésiques d'un point pris dans le voisinage du centre d'un groupe de stations peu éloignées, L et $\mathcal{L}$ désignant les coordonnées de l'une quelconque des autres; nous poserons

$$(38) \qquad s = \mathcal{L} - \mathcal{L}_i, \quad t = L - L_i,$$

$$(39) \qquad \sigma = -\frac{a^2}{V}\cos^2 L \sin(\mathcal{L}' - \mathcal{L}), \quad \tau = -\frac{a^2c^2}{V^2}\sin(L' - L);$$

en conséquence, l'équation différentielle (36) deviendra

$$(40) \qquad d\Delta = \tau dt + \sigma ds,$$

et la condition que cette différentielle soit exacte sera

$$(41) \qquad \frac{d\tau}{ds} = \frac{d\sigma}{dt}.$$

En supposant celle-ci satisfaite, on aura pour intégrale

$$(42) \qquad \Delta - \Delta_i = \int \tau dt + \int\left(\sigma - \int \frac{d\tau}{ds} dt\right) ds,$$

où Δ_i est la constante arbitraire.

» Pour faire usage de cette formule, il convient de développer en séries les fonctions σ et τ : désignant par $\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \alpha', \beta', \gamma', \ldots$ des constantes à déterminer, nous poserons

$$(43) \begin{cases} \sigma = \sigma_i + \alpha s + \beta t + \gamma s^2 + \varepsilon st + \varkappa t^2 + \upsilon s^3 + \varphi s^2 t + \chi st^2 + \psi t^3 + \ldots, \\ \tau = \tau_i + \alpha' s + \beta' t + \gamma' s^2 + \varepsilon' st + \varkappa' t^2 + \upsilon' s^3 + \varphi' s^2 t + \chi' st^2 + \psi' t^3 + \ldots, \end{cases}$$

et nous aurons

$$\frac{d\tau}{ds} = \alpha' + 2\gamma' s + \varepsilon' t + 3\upsilon' s^2 + 2\varphi' st + \chi' t^2 + \ldots,$$

$$\frac{d\sigma}{dt} = \beta + \varepsilon s + 2\varkappa t + \varphi s^2 + 2\chi st + 3\psi t^2 + \ldots.$$

Or ces deux expressions devant satisfaire à l'équation de condition (41), quelles que soient les valeurs des variables s et t, on en déduit les relations suivantes entre les coefficients :

$$(44) \quad \alpha' = \beta, \quad 2\gamma' = \varepsilon, \quad \varepsilon' = 2\varkappa, \quad 3\upsilon' = \varphi, \quad 2\varphi' = 2\chi, \quad \chi' = 3\psi, \ldots.$$

Au moyen de ces valeurs, la seconde équation (43) devient

$$(45) \quad \begin{cases} \tau = \tau_i + \beta s + \beta' t + \frac{1}{2}\varepsilon s^2 + 2\varkappa st + \varkappa' t^2 + \frac{1}{3}\varphi s^3 + \chi s^2 t \\ \qquad + 3\psi st^2 + \psi' t^3 + \ldots, \end{cases}$$

et l'on a

(46) $$\frac{d\tau}{ds} = \beta + \varepsilon s + 2\varkappa t + \varphi s^2 + 2\chi st + 3\psi t^2 + \ldots,$$

développement qui coïncide avec celui de $\frac{d\sigma}{dt}$.

» La détermination des inconnues doit être effectuée au moyen de la première équation (43) et de l'équation (45) prises simultanément; il faut seulement observer (considérant la présence du facteur $\cos^2 L$ dans l'expression (39) de σ) qu'il conviendra de diviser la première équation (43) par $\cos L$, avant de la combiner avec l'équation (45); autrement, les équations n'auraient pas des poids égaux ou du moins comparables. Au moyen d'un nombre convenable de valeurs de σ et τ, on pourra déterminer les diverses inconnues qui comprendront tous les coefficients du développement de σ, et en outre les coefficients τ_i, β', $\varkappa'$, ψ', ... du développement de τ. Les erreurs résiduelles des diverses équations mettront en évidence l'accord ou la discordance des données de l'observation et offriront un moyen de contrôle.

» De l'expression (46) on déduit

$$-\int \frac{d\tau}{ds}\,dt = -\beta t - \varepsilon st - \varkappa t^2 - \varphi s^2 t - \chi st^2 - \psi t^3 - \ldots.$$

Ajoutant cette expression avec le développement (43) de σ, il vient

$$\sigma - \int \frac{d\tau}{ds}\,dt = \sigma_i + \alpha s + \gamma s^2 + \upsilon s^3 + \ldots;$$

d'où

$$\int \left(\sigma - \int \frac{d\tau}{ds}\,dt\right) ds = \sigma_i s + \frac{1}{2}\alpha s^2 + \frac{1}{3}\gamma s^3 + \frac{1}{4}\upsilon s^4 + \ldots:$$

on a d'ailleurs, en vertu de l'équation (45),

$$\int \tau\,dt = \tau_i t + \beta st + \frac{1}{2}\beta' t^2 + \frac{1}{2}\varepsilon s^2 t + \varkappa st^2 + \frac{1}{3}\varkappa' t^3 + \frac{1}{3}\varphi s^3 t + \frac{1}{2}\chi s^2 t^2 + \psi st^3 + \frac{1}{4}\psi' t^4 + \ldots.$$

» La somme de ces deux expressions fournit, suivant la formule (42), l'intégrale cherchée

(47) $$\begin{cases} \Delta - \Delta_i = \sigma_i s + \tau_i t + \frac{1}{2}\alpha s^2 + \beta st + \frac{1}{2}\beta' t^2 + \frac{1}{3}\gamma s^3 + \frac{1}{2}\varepsilon s^2 t + \varkappa st^2 \\ \qquad + \frac{1}{3}\varkappa' t^3 + \frac{1}{4}\upsilon s^4 + \frac{1}{3}\varphi s^3 t + \frac{1}{2}\chi s^2 t^2 + \psi st^3 + \frac{1}{4}\psi' t^4 + \ldots \end{cases}$$

» Dans les applications numériques, les quantités s et t seront expri-

mées par leurs valeurs en nombres abstraits ou en rapports d'arc au rayon.

» 2° *Emploi des coordonnées linéaires.* — Pour faire comprendre comment on est conduit à choisir les coordonnées dont il s'agit, nous ferons subir quelques transformations à l'équation différentielle (36).

» Désignons par $\mathcal{R}$ le rayon de courbure de la section méridienne au point (L, $\mathcal{L}$), et $\mathcal{P}$ le rayon du parallèle de latitude L, dont la valeur est $\sqrt{x^2+y^2}$; nous aurons

$$(48) \qquad \frac{a^2c^2}{V^3} = \mathcal{R}, \quad a\cos\lambda = \mathcal{P},$$

relations dont la seconde se déduit de la première équation (12).

» Posons encore

$$(49) \qquad \mu = a\sin(L' - L), \quad \varpi = a\cos L\sin(\mathcal{L}' - \mathcal{L});$$

l'équation (36) multipliée par $-a$ deviendra

$$(50) \qquad -a\,d\Delta = \mu\mathcal{R}\,dL + \varpi\mathcal{P}\,d\mathcal{L}:$$

le facteur a, introduit ici, a pour objet de rendre plus claire l'interprétation géométrique de l'équation de condition relative à l'intégrabilité. Cette équation est

$$\frac{d.\mu\mathcal{R}}{d\mathcal{L}} = \frac{d.\varpi\mathcal{P}}{dL},$$

ou, en observant que $\mathcal{R}$ n'est pas fonction de $\mathcal{L}$,

$$\mathcal{R}\frac{d\mu}{d\mathcal{L}} = \mathcal{P}\frac{d\varpi}{dL} + \varpi\frac{d\mathcal{P}}{dL}.$$

Or on a, en vertu des relations (37) et (48),

$$(51) \qquad \mathcal{P} = \frac{a^2}{V}\cos L.$$

Différentiant cette équation, et ayant égard à la première équation (37) qui donne

$$(52) \qquad V\frac{dV}{dL} = -(a^2 - c^2)\sin L\cos L,$$

il vient

$$(53) \qquad \left\{\begin{aligned} \frac{d\mathcal{P}}{dL} &= -\frac{a^2}{V}\sin L - \frac{a^2}{V^2}\frac{dV}{dL}\cos L = -\frac{a^2}{V}\sin L\left[1 - (a^2 - c^2)\frac{\cos^2 L}{V^2}\right] \\ &= -\frac{a^2c^2}{V^3}\sin L = -\mathcal{R}\sin L. \end{aligned}\right.$$

Substituant cette valeur dans l'équation de condition, et divisant ensuite par $\mathfrak{A}\mathfrak{L}$, on trouve

$$(54)\qquad \frac{1}{\mathfrak{L}}\frac{d\mu}{d\mathfrak{L}} = \frac{1}{\mathfrak{A}}\frac{d\varpi}{dL} - \frac{\varpi}{\mathfrak{L}}\sin L,$$

résultat qui peut se mettre sous une autre forme. Suivant le premier théorème sur les attractions locales, on a

$$\sin(Z' - Z) + \sin L(\mathfrak{L}' - \mathfrak{L}) = 0,$$

équation qui, combinée avec la deuxième (49), donne

$$(55)\qquad \varpi \sin L = -a \cos L \sin(Z' - Z);$$

d'où, en vertu de l'équation (51),

$$(56)\qquad -\frac{\varpi}{\mathfrak{L}}\sin L = \frac{V}{a}\sin(Z' - Z).$$

» Posons, pour abréger,

$$(57)\qquad \zeta = \frac{V}{a}\sin(Z' - Z), \quad \text{d'où} \quad -\varpi \sin L = \mathfrak{L}\zeta;$$

l'équation (54) donnera, moyennant une transposition de termes,

$$(58)\qquad \frac{1}{\mathfrak{L}}\frac{d\mu}{d\mathfrak{L}} - \frac{1}{\mathfrak{A}}\frac{d\varpi}{dL} = \zeta.$$

» Telle est la nouvelle forme que prend le troisième théorème sur les attractions locales.

» Nommons, pour abréger, perturbations de la latitude et de la longitude produites par les attractions locales, les quantités μ et ϖ, et de même, perturbation de l'azimut, la quantité ζ, qui n'en diffère que de quantités de l'ordre de l'aplatissement du sphéroïde terrestre; concevons deux surfaces dont les ordonnées, par rapport à la surface du sphéroïde, soient respectivement μ et ϖ; considérons l'intersection de la première de ces surfaces par le plan du premier vertical du point $(L\,\mathfrak{L})$, et celle de la seconde surface par le méridien; menons les tangentes à ces courbes, aux points dont les coordonnées communes sont L, $\mathfrak{L}$: nous observerons que le premier terme de l'équation (58) est l'inclinaison de la première tangente sur l'horizontale dirigée vers l'ouest. Le deuxième terme est égal, en faisant abstraction du signe qui le précède, à l'inclinaison de la deuxième tangente sur le côté nord de l'horizontale située dans le méridien. Si

donc, eu égard à la petitesse de μ, ϖ et ζ, on substitue les angles à leurs tangentes ou sinus, on pourra énoncer le troisième théorème en ces termes : *L'inclinaison de la courbe des perturbations de la latitude sur l'horizon ouest, diminuée de l'inclinaison de la courbe des perturbations de la longitude sur l'horizon nord, est égale à la perturbation de l'azimut.*

» Ce résultat nous a conduit à remplacer les latitudes et longitudes par les arcs de méridien et de parallèle.

» Soient : m l'arc de méridien compris entre les latitudes L et L_i, p l'arc de parallèle à la latitude L, compris entre les méridiens de longitudes $\mathfrak{L}$ et $\mathfrak{L}_i$; nous aurons

$$(59) \qquad m = \int_{L_i}^{L} \mathfrak{A}\, dL, \quad p = \mathfrak{P}(\mathfrak{L} - \mathfrak{L}_i),$$

d'où

$$(60) \qquad dm = \mathfrak{A}\, dL, \qquad dp = \mathfrak{P}\, d\mathfrak{L} + (\mathfrak{L} - \mathfrak{L}_i)\, d\mathfrak{P},$$

et, en ayant égard aux relations (53) et (59),

$$(61) \qquad dp = \mathfrak{P}\, d\mathfrak{L} - \frac{p}{\mathfrak{P}} \sin L . \mathfrak{A}\, dL.$$

» Au moyen de ces relations, jointes à la 2e équation (57), on éliminera aisément $\mathfrak{P}\, d\mathfrak{L}$ et $\mathfrak{A}\, dL$ de l'équation (50), et l'on aura

$$(62) \qquad -a\, d\Delta = (\mu - p\zeta)\, dm + \varpi\, dp.$$

L'équation de condition relative à l'intégralité de celle-ci peut s'écrire

$$(63) \qquad \frac{d\mu}{dp} - \left(\frac{d\varpi}{dm}\right) = \zeta + p\,\frac{d\zeta}{dp}.$$

» Pour intégrer actuellement l'équation (62), nous allons former les expressions de μ, ϖ et ζ, suivant les puissances et produits de m et de p.

» Posons en conséquence

$$(64) \qquad \left\{ \begin{aligned} \varpi &= \varpi_i + \mathfrak{a} p + \mathfrak{b} m + \mathfrak{c} p^2 + \mathfrak{e} pm + \mathfrak{f} m^2 + \mathfrak{g} p^3 + \mathfrak{h} p^2 m \\ &\quad + \mathfrak{k} pm^2 + \mathfrak{l} m^3 + \ldots, \\ \mu &= \mu_i + \mathfrak{a}' p + \mathfrak{b}' m + \mathfrak{c}' p^2 + \mathfrak{e}' pm + \mathfrak{f}' m^2 + \mathfrak{g}' p^3 + \mathfrak{h}' p^2 m \\ &\quad + \mathfrak{k}' pm^2 + \mathfrak{l}' m^3 + \ldots, \\ \zeta &= \zeta_i + \mathfrak{a}'' p + \mathfrak{b}'' m + \mathfrak{c}'' p^2 + \mathfrak{e}'' pm + \mathfrak{f}'' m^2 + \ldots; \end{aligned} \right.$$

nous aurons successivement

$$\frac{d\mu}{dp} = a' + 2c'p + e'm + 3g'p^2 + 2h'pm + k'm^2 + \ldots,$$

$$\left(\frac{d\varpi}{dm}\right) = b + ep + 2fm + hp^2 + 2kpm + 3lm^2 + \ldots,$$

$$p\frac{d\zeta}{dp} = a''p + 2c''p^2 + e''pm + \ldots,$$

$$\frac{d\mu}{dp} - \left(\frac{d\varpi}{dm}\right) = a' - b + (2c' - e)p + (e' - 2f)m + (3g' - h)p^2 + (2h' - 2k)pm + (k' - 3l)m^2 + \ldots,$$

$$\zeta + p\frac{d\zeta}{dp} = \zeta_i + 2a''p + b''m + 3c''p^2 + 2e''pm + f''m^2 + \ldots.$$

Or ces deux derniers développements devant être égaux, en vertu de l'équation de condition (63), quelles que soient les valeurs des variables p et m, on en déduit, entre les trois suites de coefficients, les relations

$$(65)\quad \left\{\begin{array}{lll} a' - b = \zeta_i, & 2c' - e = 2a'', & e' - 2f = b'', \\ 3g' - h = 3c'', & 2h' - 2k = 2e'', & k' - 3l = f''\ldots. \end{array}\right.$$

» Substituant dans le développement de ζ les valeurs de ζ_i, a", b", c"... que donnent ces relations, on obtient cette expression de ζ

$$(66)\quad \left\{\begin{array}{l} \zeta = \frac{V}{a}\sin(Z' - Z) = a' - b + \left(c' - \frac{1}{2}e\right)p + (e' - 2f)m + \left(g' - \frac{1}{3}h\right)p^2 \\ \qquad + (h' - k)pm + (k' - 3l)m^2 + \ldots. \end{array}\right.$$

» Les inconnues ϖ_i, μ_i, a, b, c,..., a', b', c',... s'obtiendront en résolvant simultanément les deux premières équations (64) et l'équation (66), au moyen d'un nombre suffisant de systèmes de valeurs censées connues de ϖ, μ et ζ. Dans ces équations, les quantités observées sont engagées sous une forme qui rend immédiatement comparables les erreurs de leurs premiers membres. La possibilité de représenter les données au moyen d'un nombre beaucoup moindre de coefficients offrira un moyen de contrôle auquel concourront à la fois les longitudes, les latitudes et les azimuts.

» Soit

$$(67)\qquad M = \mu - p\zeta;$$

d'où

$$M = \mu_i + bp + b'm + \frac{1}{2}ep^2 + 2fpm + f'm^2 + \frac{1}{3}hp^3 + kp^2m + 3lpm^2 + l'm^3 + \ldots;$$

l'équation (62) deviendra

$$(68)\qquad -a\,d\Delta = M\,dm + \varpi\,dp.$$

On vérifiera aisément que la condition $\frac{dM}{dp} = \frac{d\varpi}{dm}$ est satisfaite.

» En appliquant à l'intégration de l'équation (68) le mode de calcul qui a été suivi à l'égard de l'équation (40), on obtient finalement

$$(69)\quad \left\{\begin{aligned} a(\Delta_i - \Delta) = {} & \varpi_i p + \mu_i m + \frac{1}{2}\mathrm{a}p^2 + \mathrm{b}pm + \frac{1}{2}\mathrm{b}'m^2 + \frac{1}{3}\mathrm{c}p^3 \\ & + \frac{1}{2}\mathrm{e}p^2 m + \mathrm{f}pm^2 + \frac{1}{3}\mathrm{f}'m^3 + \frac{1}{4}\mathrm{g}p^4 \\ & + \frac{1}{3}\mathrm{h}p^3 m + \frac{1}{2}\mathrm{k}p^2 m^2 + \mathrm{l}pm^3 + \frac{1}{4}\mathrm{l}'m^4 + \ldots \end{aligned}\right.$$

» Ce développement, poussé jusqu'aux termes du 4ᵉ ordre, sera sans doute suffisant, lorsque les distances en longitude et latitude des stations au point central ne dépasseront pas $1\frac{1}{2}$ à 2 degrés. Dans tous les cas, la résolution des équations (64) et (66) permettra toujours de limiter les termes des développements au nombre convenable.

» Les formules (47) ou (69) nous paraissent résoudre le problème des surfaces de niveau de la manière qui se prête le mieux aux exigences de la pratique.

» Dans une autre Communication, nous examinerons l'influence que pourrait avoir sur les résultats la correction des éléments du calcul des positions géodésiques. »

HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE. — *Sur la découverte de la variation par Aboul-Wefâ;* Note de M. Chasles.

« Dans ces derniers temps, notre confrère M. Bertrand a réintroduit la question du texte d'Aboul-Wefâ relatif à une troisième inégalité de la Lune, où M. Sédillot avait reconnu la *variation;* question qui avait tant occupé l'Académie, et sur laquelle j'avais eu l'occasion depuis d'exprimer aussi mon opinion, en 1862 (1), savoir: que la troisième inégalité d'Aboul-Wefâ était bien la *variation*, et qu'Aboul-Wefâ l'ajoutait à celle que Ptolémée avait introduite comme rectification des deux premières inégalités, et qu'il avait appelée *prosneuse*, parce qu'elle s'effectuait par une *déviation* de l'axe de l'épicycle lunaire.

(1) *Comptes rendus*, t. LIV, p. 1002.



» M. Bertrand a combattu ce système dans sa Communication à l'Académie du 4 septembre 1871, suivie immédiatement de réponses et de répliques, où j'ai maintenu toutes les parties de ma dissertation de 1862 (*Comptes rendus*, 4, 11, 25 septembre, 2, 9 et 16 octobre).

» Mais, très-peu de temps après, notre confrère est revenu sur la question dans le *Journal des Savants* d'octobre 1871, où, en reproduisant sa Communication de septembre à l'Académie, il a cherché à la fortifier d'une nouvelle réfutation des arguments qui lui avaient été opposés (1). Si cela avait eu lieu à l'Académie, j'aurais répondu sans différer; mais la question était portée cette fois au *Journal des Savants*, et l'usage, comme le caractère propre de ce renommé et utile Recueil, ne m'aurait point permis d'intervenir, ni pour réfuter les raisons qui m'étaient opposées, ni pour attaquer les vues de mon adversaire, que je jugeais sans fondement. J'ai donc dû garder le silence; cette discussion, du reste, m'était très-pénible; je l'avais déjà exprimé à l'Académie (2); mais une circonstance vient de me mettre dans la nécessité de reprendre la parole.

» Chargé de présenter à l'Académie un exposé succinct des travaux de M. Sédillot se rapportant à diverses branches des Mathématiques, particulièrement à l'Astronomie chez les Arabes, et, par suite, chez les Grecs et les Hindous, puisque les Arabes ont fondé leurs propres travaux sur ceux de ces deux peuples, j'ai dû parler de cette grande question de la *variation* et des luttes auxquelles elle a donné lieu entre M. Sédillot et son puissant

(1) Il s'agit ici du passage de ma dissertation du 11 septembre (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 646; 1871), où j'ai invoqué le *calcul rectifié* dont parle Aboul-Wefâ, et auquel, selon moi, il ajoute sa troisième inégalité. J'ai reproduit cet argument le 2 octobre (p. 806), en ajoutant qu'il était d'une telle importance, que l'on ne pouvait se dispenser de s'expliquer, quel que fût le système que l'on adoptât. M. Bertrand convint que mon interprétation était plausible, et ne la réfuta que très-brièvement, en en proposant une autre (9 octobre 1871, p. 889); mais il revint sur ce point important dans le *Journal des Savants* (octobre 1871, p. 468-469), et déclara que ma conclusion « serait en désaccord formel avec ce qui précède et avec ce qui suit (dans le texte d'Aboul-Wefâ) : *avec ce qui précède... avec ce qui suit...* » Et il déduit ses arguments. Ce sont ces deux arguments nouveaux qui me mettent dans la nécessité de revenir sur la question.

Je dois prévenir que, si je ne parle pas ici de quelques autres passages qui me concernent dans l'exposé général des discussions qui ont eu lieu antérieurement (de 1836 à 1862), ce n'est pas que je n'eusse aussi des observations à faire; mais elles ne touchent pas aussi directement au fond de la question, savoir, la signification du texte d'Aboul-Wefâ.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 805; 1871.

adversaire M. Biot. Toutefois je me suis abstenu, dans ce Rapport, de prononcer un seul mot du différend survenu ici entre notre confrère, M. Bertrand et moi, et que devait renouveler, un jour ou l'autre, l'article du *Journal des Savants*.

» Je ne puis donc plus différer; un plus long retard autoriserait à penser que je doute de la solution que j'ai proposée, et des considérations sur lesquelles je l'ai fondée. L'Académie m'excusera donc de l'entretenir de nouveau de cette question, sur laquelle j'espère apporter une lumière qui pourra clore les discussions.

» Je vais dire quelques mots d'abord du but que s'est proposé Aboul-Wefâ et de la marche qu'il a suivie. Ces prémisses sont nécessaires pour comprendre le passage sur lequel on a tant disserté, qui a paru rempli de contradictions et être l'œuvre d'un ignorant, mais qui, à mon sens, devient parfaitement clair et digne de la grande renommée de l'auteur, si l'on ne fait plus abstraction de tout ce qui précède ce passage dans l'Ouvrage.

» Cet Ouvrage est intitulé *Almageste d'Aboul-Wefâ*. « Cette dénomination, comme le dit M. Biot, dont je reproduis les propres paroles, se » donnait à tous les traités d'Astronomie qui embrassaient l'ensemble des » phénomènes célestes, comme celui de Ptolémée. Aboul-Wefâ, dans sa » Préface, nomme Ptolémée, Hipparque et Apollonius, qui, avec beaucoup » d'autres anciens, ont, dit-il, abordé le même sujet; mais il annnonce » qu'il a suivi une voie nouvelle, qu'aucun d'eux n'avait mentionnée, et » qui conduit aisément à ces hautes connaissances (*Journal des Savants*, 1843, p. 732). »

» On va voir, en effet, que l'Ouvrage d'Aboul-Wefâ différait de l'*Almageste*, particulièrement par la marche de l'auteur dans l'exposition générale des phénomènes, suivie de leur démonstration.

» L'Ouvrage d'Aboul-Wefâ est divisé en discours, les discours en sections et les sections en chapitres (BIOT, *Journal des Savants*, 1845, p. 150).

» Les cinq premiers discours sont consacrés à l'exposition des connaissances préliminaires nécessaires pour aborder l'Astronomie.

» Dans le sixième discours, l'auteur, suivant une marche tout opposée à celle de Ptolémée qui avait procédé synthétiquement pas à pas et par démonstrations, fait tout d'abord, sans démonstration, l'exposition complète des mouvements des astres et remet au discours suivant les démonstrations.

» D'après la table, qui subsiste dans le manuscrit, ce sixième discours

comprend neuf sections : les cinq premières concernent les planètes en général, la sixième le Soleil, la septième la Lune, la huitième Vénus et la neuvième Mercure (1).

» La septième section, consacrée à la Lune, est divisée en neuf chapitres: le quatrième traite de la première inégalité, le cinquième de la deuxième, et le septième de la troisième inégalité.

» Le manuscrit, fort incomplet, ne renferme plus que quelques fragments de ce sixième discours, où l'auteur a fait ainsi l'exposition générale, sans démonstration, du mouvement des astres.

» Le septième discours, consacré aux démonstrations, comprend une première section sur le Soleil, formée d'un seul chapitre; une deuxième section consacrée à la Lune, formée de onze chapitres : les autres sections se rapportaient aux autres planètes, et manquent dans le manuscrit ainsi que la première section relative au Soleil (2).

» Ensuite devaient se trouver les observations sur lesquelles l'auteur s'est appuyé dans cette exposition du mouvement des astres et de leur mode de représention par des systèmes de cercle. Toute cette partie de l'Ouvrage manque dans le manuscrit.

» Cette marche d'Aboul-Wefâ différait, comme on le voit, de celle de Ptolémée, ainsi qu'il l'avait annoncé dans sa Préface.

» Ne tenant pas compte de cette différence manifeste entre l'Ouvrage grec et celui d'Aboul-Wefâ, et surtout se méprenant sur la signification des expressions *trine* et *sextile*, dans l'Ouvrage d'Aboul-Wefâ, M. Munk, de l'Académie des Inscriptions, crut pouvoir annoncer à l'Académie, par une lettre adressée à M. Arago, en 1843 (3), que M. Sédillot s'était fait illusion, et que sa troisième inégalité n'était point autre que l'anomalie reconnue par Ptolémée qui, sans lui donner le nom d'inégalité, l'a introduite dans sa théorie de la Lune, comme correction des deux premières inégalités, et formant avec elles l'expression complète du mouvement lunaire.

» Tout aussitôt M. Biot, qui pendant huit ans avait adhéré à la découverte de M. Sédillot, intervint et condamna, dans cinq articles du *Journal des Savants*, tout à la fois l'œuvre d'Aboul-Wefâ, à tous égards, et l'interpré-

(1) Sédillot, *Matériaux pour servir à l'histoire comparée des sciences mathématiques chez les Grecs et les Orientaux*, t. V, p. 61 ; 1845.

(2) *Ibid.*, p. 62.

(3) *Comptes rendus*, t. XVI, p. 1444, et t. XVII, p. 76.

tation de M. Sédillot. Je rapporterai seulement ici les conclusions auxquelles ce long travail, utile toutefois, conduisit M. Biot; savoir :

» 1° Que l'Ouvrage d'Aboul-Wefâ est la reproduction inintelligente de la théorie lunaire de Ptolémée;

» 2° Que les expressions *trine* et *sextile* y signifient le tiers et le sixième de la circonférence, et non les *octants*, comme l'entendait M. Sédillot;

» 3° Enfin, que l'auteur arabe a défiguré d'une manière barbare l'Ouvrage grec, et n'a pas craint d'invoquer des observations mensongères.

» M. Sédillot réfuta aussitôt ces conclusions de son illustre adversaire dans des Communications adressées à l'Académie, et plus complétement, peu de temps après, dans son premier volume des *Matériaux pour servir à l'Histoire comparée des Sciences mathématiques chez les Grecs et les Orientaux* (1845, p. 42-242). Il fit connaître particulièrement que, si les expressions *trine* et *sextile* s'appliquent, dans les ouvrages d'Astrologie, aux *aspects* de 120 et 60 degrés, ces mêmes mots étaient employés par les *astronomes* pour désigner les *octants*. La longue étude qu'il avait faite de ces matières lui permit de citer aussitôt, à ce sujet, de nombreux ouvrages, tant des Arabes que des auteurs de la Renaissance, et du temps même de Tycho Brahé (1).

» Cette erreur évidente sur la signification des mots *trine* et *sextile*, qui formait le principal argument des adversaires de M. Sédillot aurait dû les éclairer; néanmoins, sans en tenir compte, ils ne revinrent pas sur leur jugement. Je ne dis rien de plus des discussions qui s'en suivirent; je passe à ce qui me concerne personnellement.

» Lorsque je me suis occupé de la question (en 1862), j'ai reconnu, comme je l'ai dit ci-dessus, que c'était aux deux premières inégalités rectifiées par la prosneuse, c'est-à-dire à l'expression même du résultat com-

(1) Il nous suffira de rappeler ici que, bien que Tycho Brahé eût introduit, le premier, l'expression *octant*, plusieurs fois répétée dans sa description de la *variation* (Ex. : *in octantibus sive mediis locis inter quadraturas et syzygias*...), son disciple et collaborateur Longomontanus, en reproduisant sa découverte dans son *Astronomia Danica*, en 1622, s'est encore servi des expressions *trine* et *sextile*.

Notre confrère M. Faye s'est assuré, en recourant à la Table des Arguments, dans cet Ouvrage de Longomontanus, que les expressions *trine* et *sextile* y expriment bien les distances angulaires de 135 et 45 degrés entre le Soleil et la Lune, c'est-à-dire les *octants*. Il en explique la raison : c'est que les astronomes n'ayant de dénominations que pour cinq aspects, la *conjonction*, l'*opposition*, les *quadratures*, le *trine* et le *sextile*, rapportaient toutes les autres positions à celle de ces cinq, qui se trouvait la plus voisine du lieu observé. Il en est ainsi de la rose des vents des géographes, divisée dans le principe en quatre points cardinaux, puis en huit, etc.

plet de Ptolémée, qu'Aboul-Wefâ ajoutait sa troisième inégalité. Et quand, en 1871, la question a été réintroduite par M. Bertrand, j'ai reproduit cette solution, en l'appuyant de nouvelles considérations. J'ai insisté de nouveau sur ce point, qui était le nœud de la difficulté, savoir : que la construction de la prosneuse donnée par Ptolémée ne pouvait plus se démontrer immédiatement, comme au temps de Ptolémée, par la comparaison de son simple effet avec l'observation; que c'était l'effet de la prosneuse, plus la troisième inégalité, qu'il fallait comparer, dans leur ensemble, à l'observation; et que cette comparaison serait la seule démonstration possible de la construction de Ptolémée, et en même temps la démonstration de la troisième inégalité d'Aboul-Wefâ. Le chapitre X d'Aboul-Wefâ, consacré à la démonstration de la troisième inégalité, ai-je conclu, a donc pour objet de démontrer que la *déviation* du diamètre de l'épicycle, assignée par Ptolémée, satisfaisait aux observations, à la condition qu'on ajoute à l'effet de cette déviation une nouvelle inégalité, nulle dans les syzygies et les quadratures, et s'élevant à 45 minutes environ dans les octants. On conçoit dès lors comment la dernière phrase de ce chapitre X exprime, comme conclusion finale, la construction de la prosneuse de Ptolémée, puisqu'on a démontré que cette construction satisfait aux observations, si l'on y ajoute la troisième inégalité.

» Partant de là, je crois pouvoir dire que le septième discours, sur lequel on a discuté depuis plus d'un tiers de siècle, devient parfaitement clair. On y trouve même certains passages qui non-seulement s'expliquent naturellement, mais qui, de plus, apportent des preuves irrécusables qui protestent contre l'explication contraire du texte d'Aboul-Wefâ.

» Je vais donc reproduire le texte discuté du septième discours. Je le diviserai en quelques paragraphes qui se suivront dans leur ordre, afin de faire sur chacun les observations auxquelles il pourra donner lieu. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la section d'Astronomie, la place laissée vacante par le décès de M. *Delaunay*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 57,

M. Lœwy obtient	31	suffrages.
M. Wolf	24	»
M. Stephan	2	»

M. **Loewy**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *D'une réduction accessoire, dans le nombre des périodes, qui se produit par juxtaposition, lors de la formation d'un point double.* Mémoire de M. **Max. Marie**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, O. Bonnet, Puiseux.)

« La formation d'un point double, à distance finie ou infinie, a toujours pour conséquence immédiate la disparition d'une période, par annulation ou accroissement indéfini; mais il est facile de voir qu'elle doit, en outre, être accompagnée d'une réduction accessoire, par juxtaposition ou fusion de deux périodes en une seule.

» En effet, comme il suffit d'examiner un cas pour pouvoir étendre à tous les autres les conclusions obtenues, parce que les mêmes conditions analytiques se rapporteront toujours aux mêmes circonstances géométriques, supposons que le point double qui va se former soit un point isolé, compris entre deux branches réelles se tournant mutuellement leurs convexités, de façon qu'il puisse se loger entre chacune de ces branches et l'anneau qui va devenir un point isolé, un anneau de conjuguée, comme l'indique la *fig.* 1, les arcs des deux anneaux de conjuguées formeront deux

Fig. 1.

périodes distinctes, tant que l'anneau qui va se réduire à un point isolé ne se sera pas encore évanoui. D'ailleurs l'aire de l'anneau réel constituera une troisième période; mais, au moment où cet anneau réel deviendra évanouissant, les deux anneaux de conjuguées se transformeront instantané-

ment en deux boucles, dont les branches se continueront comme l'indique la *fig.* 2, de telle sorte que l'une des deux boucles ne pouvant plus être parcourue d'une manière continue, ce sera alors la différence des aires des deux boucles, parcourues dans le sens continu, indiqué par les flèches, qui formera la période.

Fig. 2.



» Les deux périodes imaginaires se seront confondues en une seule, qui sera la limite de la différence de celles qui existaient un instant auparavant.

» Ainsi la formation d'un point double entraîne la disparition simultanée de deux périodes, par l'évanouissement de l'une d'elles et par la fusion de deux autres en une seule.

» C'est, à ce qu'il paraît, ce qu'ont trouvé MM. Riemann et Clebsch, en ce sens au moins qu'ils constatent la disparition effective de deux périodes, à la suite de la formation d'un point double, mais, je crois, sans expliquer cette disparition. »

PHYSIQUE. — *Sur la réflexion métallique.* Note de M. **Mascart**, présentée par M. Fizeau.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques expériences sur les lois de la réflexion métallique. Ces expériences sont déjà anciennes, j'espérais les compléter plus tôt, mais les circonstances m'en ont détourné; j'indiquerai seulement aujourd'hui les résultats les plus saillants.

» La méthode que j'ai employée est une modification de celle qui a servi à M. Jamin. Un faisceau de lumière primitivement polarisé traverse un collimateur à fente large, se réfléchit sur la lame à étudier, puis rencontre un compensateur à teintes plates et une lunette dont l'oculaire est muni d'un analyseur mobile sur un cercle gradué. L'axe du compensateur étant

situé dans le plan d'incidence, cet appareil permet d'annuler la différence de phase que la réflexion établit entre les deux composantes principales du rayon réfléchi, et de reconstituer un rayon polarisé rectilignement que l'analyseur peut éteindre. L'emploi du compensateur à teintes plates présente cet avantage que, au lieu d'avoir à ramener une frange entre des points de repère, comme dans le compensateur de Babinet, on est conduit à éteindre toute la lumière qui se trouve dans le champ d'observation; les mesures me paraissent comporter ainsi plus de précision.

» L'une des grandes difficultés que l'on rencontre dans l'étude de la réflexion, c'est l'état des surfaces réfléchissantes. Le travail nécessaire pour leur donner un poli suffisant et les influences atmosphériques en modifient la structure au point de changer complétement les propriétés optiques; il serait même difficile de reproduire une surface identique à une autre autrement qu'en utilisant des clivages naturels. Ces causes d'erreur ont été signalées par la plupart des physiciens qui se sont occupés de la réflexion. J'ai cherché à les éviter en employant comme surfaces réfléchissantes des couches d'argent déposé chimiquement avec les précautions indiquées par M. Martin. Les dépôts ainsi obtenus étaient simplement lavés et séchés sans subir aucun poli artificiel; on leur donnait des épaisseurs différentes en les faisant séjourner plus ou moins longtemps dans le bain d'argent.

» Pour déterminer l'épaisseur de la couche, j'ai d'abord employé un procédé direct qui consiste à mesurer la différence de marche de deux rayons réfléchis normalement, l'un sur l'argent, l'autre sur la surface du verre mise à nu, soit par le procédé des franges d'Young, soit par les anneaux colorés; mais, pour des épaisseurs aussi faibles, l'exactitude des mesures n'était pas suffisante. M. Fizeau a imaginé un procédé très-rapide, qui consiste à déposer sur la lame un morceau d'iode et à compter le nombre des anneaux produits par la couche d'iodure. Ces anneaux sont 15 ou 16 fois plus nombreux que ceux qui correspondraient à une épaisseur d'air égale à celle de l'argent, ce qui augmente beaucoup la précision. Toutefois, pour déduire de là l'épaisseur de l'argent, il faut admettre que l'iodure ainsi obtenu a la même composition et la même densité que l'iodure d'argent préparé par les procédés chimiques ordinaires, et employer un indice de réfraction déduit de l'angle de polarisation. J'ai jugé utile de contrôler cette méthode en opérant sur une couche d'argent plus épaisse et d'une grande étendue, et en déterminant le poids de l'argent; il suffit alors d'admettre que le métal déposé a la densité ordinaire pour en

déduire l'épaisseur. D'ailleurs la mesure des anneaux et la pesée directe ont donné sensiblement les mêmes résultats.

» Lorsqu'un rayon de lumière se réfléchit sur une lame de verre en faisant avec la surface des angles de plus en plus grands, les deux composantes principales du rayon réfléchi n'éprouvent d'abord aucune différence de marche sensible jusque dans le voisinage de l'angle de polarisation. Là, dans une faible étendue angulaire, il s'établit une différence de marche rapidement croissante qui devient égale à une demi-longueur d'onde, après quoi le phénomène ne change plus jusqu'à l'incidence normale. Quand la réflexion s'opère sur une surface métallique, les différences de phase, au lieu de se montrer si brusquement, se produisent d'une manière continue à mesure que l'incidence varie. On peut passer de la réflexion vitreuse à la réflexion métallique par tous les états intermédiaires à l'aide de couches d'argent de plus en plus épaisses. Dans le tableau suivant, je donne seulement l'incidence principale, c'est-à-dire celle qui, d'après la définition donnée par M. Jamin, produit une différence de marche d'un quart de longueur d'onde; les épaisseurs des couches d'argent sont exprimées en fraction de longueur d'onde de la lumière la plus intense du spectre solaire, et les angles sont comptés à partir de la surface.

Surfaces refléchissantes.	Épaisseur de l'argent.	Incidence principale.
Lame de verre........	»	33°
1re lame argentée......	»	30 15'
2e »	0,014	25.
3e »	0,082	22.
4e »	0,118	21.25
5e »	0,188	19.20
6e »	0,220	18.
7e »	0,230	16.50

» Le voile métallique déposé sur la première lame argentée était tellement faible qu'on n'aurait pu en soupçonner l'existence sans être prévenu; il a été absolument impossible d'en évaluer l'épaisseur, mais on peut assurer qu'elle n'était pas supérieure à 5 millièmes de longueur d'onde, et déjà les propriétés de la lumière réfléchie étaient considérablement modifiées. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner de l'influence que peuvent exercer les altérations lentes des surfaces réfléchissantes. L'épaisseur d'argent sur la dernière lame est déjà d'un quart de longueur d'onde, et la réflexion métallique définitive n'est pas encore acquise.

» Pour que les expériences que je viens d'indiquer donnent des résul-

tats réguliers, il faut qu'elles soient exécutées peu de temps après l'argenture. Ainsi la lame n° 7, après avoir séjourné un an environ dans l'obscurité et autant que possible à l'abri des agents atmosphériques, a donné une incidence principale de 18°20′, la surface ne présentant pas d'altération appréciable. Une autre lame exposée à l'air ambiant et à la lumière et sensiblement noircie a donné 23°20′. Le rapport des intensités des deux composantes principales varie aussi d'une manière continue, à mesure que la couche d'argent augmente.

» Le point de vue où je me suis placé et le procédé d'observation distinguent assez ces expériences de celles qui ont été publiées récemment par M. Quincke et par M. Potier pour que j'aie cru utile de les indiquer; je n'en veux tirer aucune conséquence théorique, parce que je me propose d'en poursuivre l'étude. »

CHIMIE. — *Action des effluves électriques sur l'air atmosphérique.* Note de M. A. Boillot.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans les expériences que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie, j'ai cherché à réaliser les conditions les plus favorables à la production des effluves électriques, dans le cas d'un courant d'induction faible, ce qui arrive le plus souvent lorsqu'on néglige de renouveler les liquides employés pour charger les piles. Tout en conservant les dispositions de l'appareil que j'ai décrit dans ma Note précédente, j'ai adopté les dimensions suivantes pour mes tubes :

Longueur des effluves	34	centimètres.
Diamètre extérieur du gros tube	9	millimètres.
» du tube moyen	6	»
» du petit tube	3	»

» Le charbon est du charbon de cornue, en poudre suffisamment fine. Le graphite donne sensiblement les mêmes résultats.

» Les courants gazeux avaient une vitesse de dégagement représentée par deux bulles à la seconde. La température était de 13 et 14 degrés.

» 5 éléments Bunsen mettaient en jeu la bobine d'induction, dont le courant était très-faible : je n'opérais pas en vue de la production d'une grande quantité d'ozone, mais pour étudier l'influence qu'un espace très-resserré pouvait avoir comparativement à un espace plus grand.

» Une première série d'épreuves a été faite sur un courant d'air sec, et ensuite sur un courant d'oxygène sec. Avec le courant d'air, j'ai obtenu une moyenne de 20 à 21 milligrammes d'ozone par 5 litres d'air, ce qui correspond très-approximativement à 1 litre d'oxygène.

» Le courant d'oxygène m'a donné, dans les mêmes conditions, 7 milligrammes d'ozone par litre de gaz.

» Mais je devais supposer, en opérant avec de l'air, quoique sur l'eau, que l'ozone dosé par le procédé de M. Thenard n'était pas le seul produit obtenu. Il pouvait y avoir des composés d'azote et d'oxygène capables d'influencer le résultat du dosage. J'ai donc repris ces expériences le lendemain, en agissant de la même manière, c'est-à-dire comparativement, et en ayant soin de détruire l'influence des composés azotés hypothétiques par l'emploi d'une solution de potasse caustique.

» Le même courant d'air a donné d'abord $35^{mg},7$ d'ozone par 5 litres d'air, sans l'intervention de la potasse. Ensuite, l'air recueilli après l'action des effluves a été agité avec la solution de potasse, puis on a fait passer le gaz dans un autre flacon, toujours sur la cuve à eau. Le titrage de l'ozone a donné un résultat identique au précédent.

» L'électricité ayant encore faibli, une autre épreuve a donné environ 14 milligrammes d'ozone par 5 litres d'air. C'est alors que le courant d'oxygène a été repris; il a fourni à peine $1^{mg},5$ d'ozone par litre de gaz, tandis que dans d'autres circonstances, et avec une tension électrique convenable, j'ai pu doser jusqu'à 52 millimètres d'ozone par litre d'oxygène; mais, je le répète, je n'avais en vue que des essais comparatifs, en employant d'anciens liquides pour les piles.

» Le jour suivant, les expériences ont donné des résultats semblables.

» En présence des chiffres qui précèdent, une conclusion s'offre naturellement : c'est que l'oxygène, dans certaines conditions, est beaucoup plus facilement transformé en ozone lorsqu'on agit sur lui tel qu'il est dans l'air, que lorsqu'on opère sur ce gaz à l'état de pureté, et la différence d'action, dans les deux cas, est à peu près dans le rapport de 3 à 1.

» Une autre conséquence théorique me semble devoir aussi découler de ce qui précède : c'est que l'ozone ne peut pas être une combinaison de l'oxygène avec lui-même. La réunion de plusieurs atomes d'oxygène pour former l'ozone me semble être une hypothèse désormais insoutenable. L'oxygène mêlé à l'azote dans l'air atmosphérique se trouve dans des conditions favorables à la production de l'ozone, parce que ce qui est produit par les effluves électriques ne peut plus se rétablir à l'état pri-

mitif d'oxygène, à cause de l'empêchement apporté par l'azote, ce gaz tenant à distance les atomes qui tendent à reformer l'oxygène. Dans la nature, c'est sous l'influence de la lumière que l'ozone redevient oxygène. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note sur une nouvelle série d'échantillons de substances cristallines ou cristallisées, obtenues par la voie sèche;* par M. Ch. Feil.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Au mois de décembre 1869, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie de nouvelles imitations de pierres précieuses à base d'alumine; j'ai l'honneur de lui présenter aujourd'hui une nouvelle série d'essais par la voie sèche.

» La première partie comprend des échantillons de vitrifications à base d'alumine et à base de chaux ou de magnésie; des combinaisons de ces bases avec la silice, la baryte, le plomb, le zinc, le thallium, le didyme; des essais de coloration servant à démontrer l'influence de la base qui entre dans la composition sur les oxydes colorants.

» J'espère que la verrerie et la céramique trouveront, dans cette voie, des produits intéressants et utiles. Je suis convaincu que la science profitera des qualités exceptionnellement lumineuses des verres à base d'alumine, pour la construction des objectifs; je serai bientôt en mesure de soumettre aux physiciens un travail complet sur ces matières.

» La seconde partie comprend une série de cristallisations de l'alumine, de la magnésie, de la chaux, de l'acide silicique et une étude sur les colorations par le chrome, le cobalt, le nickel, le cuivre, l'or.

» Je dépose sur le bureau quarante-quatre échantillons différents, avec une Note indiquant exactement les bases que le verre contient ou la matière qui produit sa coloration.

» Je dépose, en outre, une série de prismes en flint; densités 5,500, 4,700, 4,00, 3,620; des prismes en crown; du verre de didyme, montrant les raies d'absorption.

Vitrifications, essais par la voie sèche.

Nos.

1. Borosilicate d'alumine de magnésie et de plomb.
2. Borosilicate d'alumine de magnésie et de chaux.

Nos.

3. Fluo-aluminate de magnésie et de baryum.
4. Boro-aluminate de magnésie, de chaux et de silice.

Nos.

5. Silicate d'alumine de chaux et de magnésie, coloration par le soufre.

6. Aluminate de magnésie et de chaux.

7. Silicate d'alumine de magnésie et de chaux, coloration par le chrome dévitrifié par partie.

8. Silicate d'alumine de chaux, de magnésie et de bismuth; coloré par le cobalt.

9. Silicate d'alumine de chaux, de magnésie et de plomb; coloré par l'acide chromique.

10. Boro-aluminate de magnésie et acide borique, coloré par l'oxyde de chrome.

11. Aluminate de magnésie, silice et chaux; coloré par l'acide chromique.

Nos.

12. Silicate d'alumine de magnésie et phosphate de chaux, coloré par le bichromate de potasse.

13. Silicate de magnésie et phosphate de chaux, coloré par le cuivre.

14. Silicate d'alumine de magnésie et phosphate de chaux, coloré par l'or.

15. Silicate d'alumine de chaux et de plomb, coloré par le nickel.

16. Silicate de plomb et de thallium.

17. Borosilicate de plomb et de didyme, phosphorescence rouge.

18. Boro-aluminate de chaux, de silice et de plomb, coloré par l'or.

19. Fluosilicate de potasse, d'alumine de chaux et de zinc.

Cristallisations.

20. Borate d'alumine et phosphate de chaux.

21. Borosilicate d'alumine de magnésie et fluosilicate de potasse, coloration par le cobalt.

21 *bis*. Cristaux intérieurs.

22. Fluosilicate de potasse et d'alumine, coloré par le cobalt.

23. Borosilicate d'alumine et de magnésie, coloré par le cobalt.

24. Boro-aluminate de magnésie et de chaux, coloré par le cobalt.

25. Aluminate de chaux de silice et fluorure de baryum, coloré par le cobalt.

26. Borate d'alumine de magnésie et de chaux, coloré par le cobalt.

27. Fluo-aluminate de chaux et de baryum, coloré par le cobalt.

28. Boro-aluminate de magnésie et silice, coloration chromique (refroidissement lent).

29. Boro-aluminate de magnésie et silice, coloration chromique (refroidissement rapide).

30. Borate d'alumine, silice et phosphate de chaux; coloration chromique.

31. Boro-aluminate de magnésie passé trois fois au feu, coloration chromique.

32. Boro-aluminate de silice, magnésie et fluosilicate de potasse, coloration chromique.

33. Boro-aluminate de magnésie et de silice, coloration chromique.

34. Boro-aluminate de magnésie et de silice, coloration acide chromique.

35. Borate d'alumine, coloration oxyde chromique.

36. Boro-aluminate de magnésie et de chaux, coloration oxyde chromique.

37. Boro-aluminate de magnésie et de silice, coloration oxyde chromique.

38. Boro-aluminate de fluorure de baryum, coloration oxyde chromique.

39. Boro-aluminate de fluosilicate de potasse, coloration oxyde chromique.

40. Borosilicate d'alumine de magnésie, contient du charbon; coloration oxyde chromique.

41. Boro-aluminate de silice et chaux, coloration oxyde chromique.

42. Borosilicate d'alumine et de chaux, coloration par l'or.

43. Borosilicate d'alumine et de chaux, coloration par l'argent.

44. Borosilicate d'alumine et de plomb, coloration par l'argent.

Verrerie.

Nos.			Nos.		
1.	Flint, densité	5,500	8.	Flint, densité	»
2.	Flint, »	5,500	9.	Crown, »	2,047
3.	Flint, »	4,700	10.	Crown, »	»
4.	Flint, »	»	11.	Crown, »	2,052
5.	Flint, »	»	12.	Crown, »	2,052
6.	Flint, »	»	13.	Une plaque flint, densité	4,000
7.	Flint, »	3,062			

M. **Edm. Becquerel** a étudié au moyen du phosphoroscope plusieurs des composés alumineux qui ont été obtenus par M. Feil. Des fragments de matière fondue au moyen de l'acide borique, légèrement colorés en rose et indiqués comme composés d'alumine presque pure, étant éclairés par la lumière solaire, dans le phosphoroscope, ont présenté une émission de lumière rouge très-vive, dont la composition spectrale est peu différente de celle de la lumière émise par le rubis ou par l'alumine pure, cristallisée ou fondue; on reconnaît les raies rouges caractéristiques de l'alumine.

Des échantillons d'aluminate de magnésie teintés de rouge, contenant une faible proportion de silice, 4 à 5 pour 100, donnent également, dans le phosphoroscope, une très-belle émission lumineuse rouge, presque semblable à celle que donne le spinelle placé dans les mêmes conditions expérimentales; on retrouve avec ces échantillons la succession des bandes rouges et des raies noires qui caractérisent l'aluminate de magnésie nanaturel.

M. **Beuchot** adresse une nouvelle Note relative à la navigation à vapeur dans les canaux et rivières

(Commissaires précédemment nommés : MM. Séguier, Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme.)

M. **Toselli** adresse une Note relative à un « Hydrotélégraphe », imaginé et publié par lui dès 1857.

(Commissaires : MM. Faye, Fizeau, Edm. Becquerel.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux brochures de M. *Adr. Jeanjean*, intitulées « Les amendements et les engrais minéraux appliqués au sol des Cévennes », et « L'homme et les animaux des cavernes des Basses-Cévennes » ;

2° Une brochure de M. *E.-F. Wartmann*, portant pour titre « Notice historique sur les inventions et les perfectionnements, faits à Genève, dans le champ de l'Industrie et dans celui de la Médecine » ;

3° Deux brochures adressées par M. *Devergie* et intitulées « Rapport sur les mesures sanitaires à prendre pour le transport des corps des personnes qui doivent être inhumées hors Paris et hors du ressort de la Préfecture de Police », et « De la désinfection de la Morgue de Paris, au moyen d'irrigations d'eau additionnée de un deux millième d'acide phénique ». Ces deux Mémoires contribuent à montrer de nouveau, dans l'acide phénique, un désinfectant à la fois économique et parfaitement efficace en toute saison, et même en temps d'épidémie. L'auteur rappelle que l'usage de l'acide phénique, associé à la sciure de bois, dans diverses proportions suivant les circonstances, a été indiqué à l'autorité, par M. Dumas, comme fournissant un antiputride qui satisfait à toutes les conditions désirables ;

4° Les dernières livraisons parues de la publication « Les fonds de la mer », adressées par M. *L. Périer*. Cette publication, qui date d'une dizaine d'années, a déjà pu recueillir un assez grand nombre de documents capables d'intéresser à la fois les zoologistes et les géologues ; elle fait appel au concours des naturalistes et des marins, pour donner à ces documents un développement nouveau.

M. H. Bréguet prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, devenue vacante par la démission de M. le comte *Jaubert*.

(Renvoi à la Commission.)

M. Van der Mensbrugghe adresse à M. le Secrétaire perpétuel, au sujet de la cristallisation des solutions sursaturées, la Lettre suivante :

« Je vous prie de vouloir bien faire connaître à l'Académie l'opinion à

laquelle je me suis arrêté, après le débat scientifique qui s'est élevé récemment entre MM. Gernez, Violette, de Coppet et moi. Ayant acquis, grâce aux expériences si belles et si nombreuses de MM. Gernez et Violette, la conviction formelle que la tension superficielle des liquides ne joue pas, dans la cristallisation des solutions sursaturées, le rôle important que j'avais cru pouvoir assigner à cette force, en partant des longues recherches de M. Tomlinson, je prie l'Académie de regarder comme non avenues les Communications que je lui ai adressées à ce sujet (1). »

ASTRONOMIE. — *Note de M.* STEPHAN, *sur la comète* Tempel (1867, II). (Présentée par M. Le Verrier.)

« Je viens de retrouver la comète *Tempel* (1867, II), à l'aide d'une éphéméride de M. Suliger. La comète est d'une excessive faiblesse, même dans le grand télescope.

	Temps moyen de Marseille.	Ascension droite approchée.	Distance polaire apparente.
1873. Avril 3....	15h26m24s	16h26m21s,57	100°39'12",5

Étoile de comparaison (position moyenne pour 1873,0).

	Ascension droite.	Distance polaire.
579 W. H. XVI.........	16h31m37s,20	100°35'24",8. »

PHYSIQUE. — *Sur les étincelles électriques composées.* Note de M. A. CAZIN, présentée par M. Jamin.

« J'appelle *étincelles composées* ces étincelles à plusieurs branches que l'on aperçoit fréquemment avec la bobine de Ruhmkorff, surtout lorsque les pôles de la bobine communiquent avec les armatures d'un condensateur, ou, comme cela a lieu dans les expériences récentes de M. Guillemin, avec de grandes surfaces métalliques éloignées l'une de l'autre.

» J'ai reconnu que les étincelles qui composent le faisceau sont successives, et j'ai vu leur nombre atteindre plusieurs centaines par le simple rapprochement des électrodes.

» Voici le principe de ma méthode expérimentale :

» L'étincelle éclate au foyer d'un collimateur, qui envoie la lumière parallèle sur le bord d'un disque tournant autour de son centre. Ce disque est opaque et divisé sur son contour en parties égales par des fentes très-étroites, dirigées suivant les rayons. De l'autre côté du disque, et sur le trajet des rayons lumineux de l'étincelle, est fixé un écran percé d'une ou-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 264, 1872, et t. LXXVI, p. 145, 1873.

verture, dont la largeur est égale à celle d'une division du disque tournant. On regarde cette ouverture avec une lunette de kathétomètre, et, quand une étincelle simple éclate au foyer du collimateur, on ne voit dans le champ de la lunette qu'une seule fente du disque tournant; mais lorsque l'étincelle est composée, on voit la fente mobile dans les diverses positions qu'elle occupe au moment où jaillissent les étincelles simples qui composent la décharge totale. Le nombre des traits brillants qu'on voit est celui des étincelles simples qui jaillissent pendant le passage d'une division du disque mobile. L'emploi du diaphragme fixe interposé entre la lunette et le bord du disque diminue la fatigue de l'œil, laquelle est très-grande, quand on voit dans le champ plusieurs divisions du disque. L'observation se fait évidemment dans l'obscurité.

» Je décrirai une de mes expériences, afin de préciser les conditions expérimentales.

» Les électrodes sont formées par deux boules de platine de 7 millimètres de diamètre; on peut mesurer leur distance à l'aide d'une vis micrométrique. Le disque est en carton mince; il a 22 centimètres de diamètre, et porte 48 divisions. Chaque fente a une longueur d'un centimètre et une largeur de $\frac{1}{10}$ de millimètre environ. Le disque est mis en mouvement par un moteur électromagnétique de Froment, muni d'un compteur de tours. La vitesse de rotation étant de 38,78 tours en une minute, la durée du passage d'une fente est $0^s,0322$. La bobine de Ruhmkorff (modèle moyen) est chargée de façon qu'elle donne une étincelle ordinaire de 15 centimètres.

» Les pôles de la bobine sont mis en communication, d'une part, avec les boules de décharge, d'autre part avec les armatures extrêmes d'une cascade de trois jarres (armature extérieure de 1240 centimètres carrés). On ferme et on ouvre le circuit inducteur à la main, à l'aide d'une tige de fer et d'une couche de mercure qui commuuiquent respectivement avec les rhéophores et avec les armatures du condensateur de la bobine.

» Voici une série d'observations faites à l'ouverture du circuit :

Distance des boules.	Effet observé.	Durée de la décharge totale.
7^{mm}	pas d'étincelle	»
6	un trait brillant	»
5	Id.	»
4	2 traits	$0^s,002$
3	3 traits	0,003
2	5 à 6 traits	0,008
1,46	une dizaine de traits	0,011
0,62	traits nombreux	0,016
0,21	traits plus nombreux	0,024

» On a calculé la durée de la décharge totale d'après le rapport de la distance des traits extrêmes à la largeur d'une division du disque. Ainsi, dans la dernière expérience, la bande lumineuse formée par les traits occupait les $\frac{3}{4}$ de la largeur d'une division; sa durée était donc

$$\tfrac{3}{4} \times 0^s{,}032 = 0^s{,}024.$$

» Le nombre des traits dans les deux dernières expériences étant trop considérable pour qu'on pût les compter, on a eu recours à une seconde série d'observations ayant pour but de faire connaître le nombre de traits produits dans un temps connu, inférieur à la durée de la décharge totale, et par suite l'intervalle de temps compris entre la formation de deux traits consécutifs. En divisant la durée de la décharge totale par cet intervalle, on obtiendra approximativement le nombre des étincelles simples composant cette décharge.

» Pour cela j'ai donné à un disque de carton portant 96 fentes une vitesse de 201 tours par minute; de sorte que le passage d'une division durait $0^s{,}0031$. Les boules étant espacées de $0^{mm}{,}42$, on a vu sur la largeur d'une division 5 groupes de traits fins séparés par des intervalles obscurs. On distinguait 4 *ou* 5 traits dans chaque groupe. En admettant 4 traits par groupe, on avait au minimum 20 étincelles simples dans l'étendue d'une division, et par conséquent en moyenne une étincelle pour chaque intervalle de temps de $\frac{0^s{,}0031}{20} = 0^s{,}00015$. D'après le tableau précédent, la durée de la décharge totale était de $0^s{,}02$ environ. On en conclut que le nombre des étincelles de la décharge était au moins $\frac{0{,}02}{0{,}00015} = 133$.

» Lorsque la distance des boules de décharge était inférieure à $0^{mm}{,}42$, le nombre des traits était beaucoup plus grand. Une expérience analogue à la précédente, faite avec un disque convenable, m'a conduit au chiffre de 500 étincelles. On peut donc conclure de ces expériences : *Lorsque la distance des électrodes décroît, le nombre des étincelles successives qui composent la décharge croît graduellement de un à plusieurs centaines.*

» Les deux premières étincelles sont beaucoup plus espacées que les suivantes, qui paraissent se resserrer rapidement. L'intervalle de ces deux étincelles m'a paru indépendant de la durée de la décharge totale.

» L'étincelle obtenue par la fermeture du circuit inducteur suit la même loi; mais la distance des électrodes est pour les mêmes apparences beaucoup plus petite qu'avec l'étincelle d'ouverture.

» Dans les mêmes circonstances, le nombre des traits de l'étincelle com-

posée augmente quand on remplace les boules par des pointes, diminue au contraire quand on augmente le diamètre des boules.

» La composition de l'étincelle dépend d'un grand nombre de circonstances, qu'il sera intéressant de démêler. Je citerai encore un exemple.

» La cascade de trois jarres était chargée par une étincelle jaillissant entre l'armature interne de la première jarre et un des pôles de la bobine; elle se déchargeait ensuite par les boules de platine. L'étincelle de charge ayant environ 4 centimètres de longueur, on a fait décroître la distance des boules de 10 millimètres à $0^{mm},42$, et le nombre des traits composant chaque décharge a crû de 1 à 12.

» Laissant ensuite cette dernière distance invariable, on a fait décroître la longueur de l'étincelle de charge de 6 centimètres à 1 centimètre. Le nombre des traits a crû rapidement de 1 à 50.

» J'ai répété la même expérience en chargeant la cascade par l'étincelle d'une machine ordinaire, et je n'ai observé que des étincelles simples. Il résulte de là que l'induction joue le principal rôle dans les expériences que je viens de décrire.

» Ces expériences sont analogues à celles que M. Nyland a faites récemment sur l'effet mécanique de la décharge d'une bobine d'induction, lorsqu'elle a lieu à travers une feuille de papier en mouvement. Il a compté un grand nombre de trous successifs, qui me paraissent correspondre aux étincelles successives constituant une étincelle composée (*Journal de Physique*, avril 1872. — *Archives néerlandaises*, tome V). Il y a pourtant une différence assez importante. M. Nyland obtenait un nombre considérable de trous avec l'étincelle directe de la bobine, sans bouteille de Leyde. Quant à moi, je n'ai pu observer que des étincelles simples dans ce cas.

» Je me propose de poursuivre ce sujet, qui peut fournir des données intéressantes pour la théorie de l'électricité. »

PHYSIQUE. — *Sur le* phonoptomètre, *instrument propre à l'étude optique des mouvements périodiques ou continus;* Note de M. J. LISSAJOUS, présentée par M. Jamin.

« J'ai donné dès 1857, sous le nom de *comparateur optique des mouvements vibratoires*, un microscope à objectif vibrant dont M. Helmholtz s'est servi plus tard dans ses études sur le timbre. J'ai pensé depuis qu'il était possible de généraliser le principe de cet instrument, et de construire un appareil propre à étudier les mouvements vibratoires de près ou de loin. Il suffit pour cela de prendre une lunette *terrestre* et de mettre en vi-

bration, au moyen d'un diapason entretenu électriquement, un des verres de cet instrument, en choisissant un de ceux dont le déplacement entraîne un déplacement correspondant de l'image.

» Le verre que l'on doit faire osciller mécaniquement est l'objectif ou le verre de l'oculaire qui renverse l'image, ou celui qui est placé contre l'œil. L'objectif est difficile à faire mouvoir très-rapidement à cause de sa masse; il est gênant de faire vibrer le verre qui touche l'œil et d'ailleurs son mouvement entraînerait dans l'image des déformations dues à ce qu'il présente une forte courbure. Il est, au contraire, facile et commode de faire vibrer le verre qui renverse l'image, c'est-à-dire le second verre compté à partir de la partie de l'oculaire la plus proche de l'objectif. De plus, un très-petit mouvement de celui-ci se traduit par une grande amplitude dans la vibration apparente du point lumineux considéré.

» Cette méthode a un autre avantage, c'est qu'il est possible en déplaçant l'objectif de viser sur des corps vibrants situés à des distances plus ou moins grandes, et d'étudier, par exemple, des corps vibrants à l'intérieur d'une étuve, et en général de modifier, par la distance du corps vibrant, la relation qui existe entre l'amplitude du mouvement apparent de l'image dû à la vibration du corps et l'amplitude du mouvement dû à la vibration du diapason. Aussi, quand on compare ces deux mouvements en les combinant rectangulairement, on obtient des courbes lumineuses dont les dimensions horizontale et verticale pourront présenter la relation la plus favorable à l'étude précise du mouvement considéré. C'est ainsi que l'étude optique du mouvement des anches, impossible avec le microscope à objectif vibrant, se fait avec la plus grande facilité.

» L'appareil que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie a été construit l'an dernier par M. Dubosq, sur mes indications, et a été exposé à Londres. J'en avais indiqué le principe, il y a quelques années, à la réunion de l'Association helvétique à Genève; je l'ai réalisé depuis et je m'en suis servi pour diverses études. Je lui ai donné le nom de *phonoptomètre*.

» Je ferai observer qu'il peut résoudre très-simplement le problème de la mesure de la vitesse des projectiles suivant la méthode indiquée par M. Deprez dans la dernière séance. En effet, si l'on regarde avec cet appareil un point brillant dont l'image traverse le champ avec une grande vitesse, cette image se convertit pendant la vibration du diapason en une ligne sinueuse que la persistance rend visible dans toute sa longueur, et le nombre de sinuosités contenues dans le champ de l'instrument permet d'obtenir immédiatement la vitesse du point mobile. Il est facile de s'en assurer en

regardant l'image d'un point fixe dans un miroir tournant dont la vitesse de rotation est connue.

» Mon but, en faisant cette Communication, n'est pas d'ôter quoi que ce soit au mérite de l'idée ingénieuse exprimée par M. Deprez. J'ai cru seulement utile de mettre sous les yeux de l'Académie un appareil existant déjà, qui n'a pas été construit dans ce but, mais qui peut donner d'une façon très-simple la solution du même problème. »

PHYSIQUE. — *Note sur les effets produits par les courants électriques sur le mercure immergé dans différentes solutions;* par M. **Th. du Moncel.**

« M. Hughes a démontré que, si l'on immerge dans de l'eau ordinaire quelques gouttes de mercure, ce métal se dilate sous l'influence du passage d'un courant électrique, quand le circuit est fermé par l'intermédiaire de la couche d'eau. Le mercure semble alors obéir à une sorte d'impulsion.

» Voici les résultats de quelques expériences :

» 1° Si l'on étudie les mouvements du mercure dans des solutions de diverses natures, on constate d'abord que le sens de l'impulsion varie suivant la quantité de gaz qui se dégage à l'une ou à l'autre des électrodes, et le mouvement s'effectue vers l'électrode qui fournit le moindre dégagement. Ainsi, avec de l'eau ordinaire, le mouvement se produit vers le pôle positif. Avec des solutions de sulfate de cuivre, de sulfate de fer, de bichromate de potasse, de sulfate de mercure, etc., dans lesquelles l'hydrogène se trouve en grande partie absorbé par la réduction du sel, le mouvement s'effectue vers le pôle négatif. Toutefois la conductibilité plus ou moins grande de la solution joue un rôle dans ce phénomène, et l'on peut en avoir la preuve en prenant de l'eau de pluie, de l'eau de fontaine et de l'eau acidulée avec de l'acide sulfurique. Avec les deux premiers liquides, le mouvement s'effectue dans le même sens, mais il est plus caractérisé dans un cas que dans l'autre, en raison de la différence d'intensité du courant électrique qui les traverse. Avec la solution acidulée, le mouvement devient imperceptible et souvent en sens contraire de ce qu'il était avec l'eau pure, bien que le dégagement de gaz aux deux électrodes se produise à peu près dans le même rapport.

» Les effets de mouvement du mercure sont toujours les mêmes quelle que soit la polarité de l'électrode qui établit les fermetures du courant avec le liquide, de sorte que l'on pourrait croire que l'une des électrodes repousse le mercure, alors que l'autre l'attire; il n'en est rien, comme

nous allons le voir. Nous devons toutefois faire remarquer que, quelle que soit la polarité de la goutte de mercure mise en contact avec l'une des électrodes, cette goutte s'aplatit sous l'influence de l'action du courant, et fournit une surface plus grande, qui s'oxyde quand elle est positive, mais qui reprend son éclat métallique quand elle devient négative.

» 2° Si l'on emploie des solutions capables de dégager au pôle positif des gaz susceptibles de s'allier énergiquement avec l'hydrogène, quand ils sont à l'état naissant, comme cela a lieu avec les solutions de chlorure de sodium, de cyanure de potassium, et qui fournissent du chlore et du cyanogène à l'électrode positive, les effets, quant au mouvement du mercure, sont assez capricieux et se manifestent généralement (après que le mercure a constitué pendant quelques instants l'électrode négative) dans le sens de ceux qui se produisent avec l'eau; mais il se détermine, à la suite de cette action, d'autres effets très-curieux, qui peuvent donner quelques renseignements utiles sur le phénomène qui fait l'objet du présent travail. Ainsi, si l'on fait passer pendant quelques instants le courant d'une pile Chutaux de 8 éléments à travers une solution de chlorure de sodium, au milieu de laquelle sera immergée une goutte de mercure mise en rapport avec le pôle négatif de la pile, et qu'après avoir enlevé cette communication on vienne à plonger dans le mercure l'électrode positive où s'est dégagé le chlore, un dégagement abondant de gaz, quelquefois même plus énergique que celui résultant de l'action de la pile, se produit autour du point de contact de l'électrode avec le mercure, et dure pendant un temps relativement assez long. Si, pendant que ce dégagement s'opère, on vient à plonger dans l'eau salée l'électrode négative, la surface du mercure se recouvre immédiatement d'une pellicule jaunâtre qui passe très-promptement au noir et qui paraît n'être que de l'oxydule ou du protoxyde de mercure; mais, aussitôt cette pellicule formée, le dégagement gazeux semble s'arrêter, et ce n'est que quand, après avoir retiré de nouveau l'électrode négative, la pellicule en question a disparu au bout de quelques instants, que ce dégagement de gaz recommence. Cette circonstance pourrait faire supposer que le gaz ainsi dégagé est de l'hydrogène dont l'action, au moment de la formation de l'oxydule, serait employée à réduire ce dernier, comme cela a lieu du reste quand on met le mercure ainsi oxydé directement en rapport avec le pôle négatif; mais ce qui est le plus curieux dans ce phénomène, c'est qu'il ne se produit que sous deux conditions : 1° quand le fil de platine qui le détermine a dégagé pendant quelques instants du chlore et qu'il n'a pas été essuyé; 2° quand le mercure même a servi d'électrode négative et

qu'il a pu condenser une assez grande quantité de gaz hydrogène pour fournir une action électrique secondaire, à la manière de la pile Planté. Cette condensation est d'ailleurs visible à l'œil, car, dans les premiers moments où le mercure constitue l'électrode négative, on ne voit apparaître à sa surface aucune bulle de gaz; ce n'est que plus tard qu'elles apparaissent, et alors que la goutte de mercure est déjà élargie en s'étalant. Ce phénomène n'a du reste rien d'extraordinaire, si l'on considère que le palladium et le nickel peuvent condenser des masses considérables d'hydrogène et que M. Favre a pu même former une pile de cuivre et palladium avec hydrogène condensé, dans laquelle ce gaz jouait le rôle de métal positif.

» Si cette manière d'interpréter le phénomène est vraie, l'électrode positive mise en contact avec le mercure, après l'enlèvement de l'électrode négative, doit constituer avec celui-ci un couple gazeux local (chlore et hydrogène), qui, en déterminant au contact des deux métaux la formation d'acide chlorhydrique, développe, par l'action de cet acide sur le mercure, une nouvelle force électromotrice dans le même sens que celle du couple gazeux, et, par suite, un courant local énergique pour lequel le mercure est constitué négativement et doit dégager de l'hydrogène. Or, comme il résulte de ce courant local un nouveau dégagement de chlore, l'action se trouve continuée assez longtemps. Ce qui est certain, c'est que, quand le mercure a servi d'électrode négative pendant quelques instants, et qu'on l'abandonne à lui-même, il dégage des bulles de gaz pendant quelque temps, puis il subit des contractions plus ou moins multipliées, à la suite desquelles il diminue de volume et reprend sa forme hémisphérique.

» Les mêmes effets se reproduisent exactement avec le cyanure de potassium (blanc et jaune), la potasse du commerce et même avec le chlorhydrate d'ammoniaque. Avec ce dernier sel, on reproduit d'une manière intéressante le curieux effet de l'alliage d'ammonium.

» 3° Quand les solutions sont un peu salies par les débris des oxydations mercurielles qui se trouvent successivement enlevées, on peut reconnaître facilement autour de la goutte de mercure la présence de courants liquides très-énergiques, dirigés de l'électrode qui donne le moindre dégagement de gaz à celle qui en donne le plus. Ces courants donnent lieu à des espèces de remous ou tourbillons, qui se dessinent très-nettement des deux côtés de la goutte. Le plus souvent ces tourbillons se manifestent du côté opposé à l'allongement du mercure, mais quelquefois cependant, avec l'eau pure, par exemple, on les retrouve du même côté, mais alors avec un sens différent dans leur mouvement. Dans le premier cas, les deux tour-

billons tournent de manière à se diriger simultanément vers l'axe de la goutte allongée, pour regagner le pôle qui dégage le plus de gaz; dans le second, ils semblent partir du pôle qui dégage le moins de gaz, pour s'écarter simultanément de l'axe de la goutte en tourbillonnant. L'action est souvent très-vive, surtout avec le sulfate de fer. Dans tous les cas, ils annoncent bien qu'ils obéissent à une action mécanique très-énergique, et cette action mécanique ne peut être autre chose que celle qui résulte du dégagement des gaz; or c'est dans cette action elle-même qu'il faut rechercher, je crois, la cause des mouvements du mercure dont nous avons parlé en commençant.

» On comprend en effet que la goutte de mercure, se trouvant interposée entre les deux électrodes, est polarisée de deux manières différentes dans les deux parties qui y font face (1); par conséquent la partie de cette goutte la plus éloignée de l'électrode où se dégage le plus vivement le gaz dégage elle-même plus de gaz que l'autre partie, et subit, au moment de la naissance de celui-ci entre la couche d'eau et la couche de mercure, une pression circulaire, une sorte d'étranglement qui doit se traduire par l'allongement de la goutte de ce côté, et, quand les deux dégagements sont également forts sur les deux électrodes, ce qui arrive quelquefois dans certaines solutions qui ont beaucoup servi, les pressions se produisant à la fois sur les deux côtés opposés de la goutte, l'allongement de celle-ci s'effectue dans les deux sens, mais sans entraîner alors le déplacement de la goutte entière. Dans ces conditions, il arrive quelquefois que la goutte de mercure ainsi allongée pivote sur elle-même avec une grande vitesse. Il est probable que dans ces effets doivent intervenir l'accroissement de volume du mercure résultant de l'absorption du gaz hydrogène et l'action mécanique des courants liquides dont nous avons parlé.

» L'aplatissement de la goutte mercurielle et l'élargissement de sa surface en tous sens, quand l'une des électrodes est plongée au centre de cette goutte, s'explique d'une manière aussi facile : il suffit de considérer que, dans ce cas, la surface entière du mercure reçoit la pression des gaz qui s'y trouvent successivement développés en tous ses points, avant leur dégagement, leur absorption ou leur combinaison avec le mercure (2).

(1) On peut démontrer à l'œil cette polarité différente, en plaçant les deux électrodes dans de l'eau salée à côté de la goutte de mercure. Celle-ci présente alors deux couleurs très-tranchées qui la coupent par le milieu. L'une de ces couleurs est brune et correspond à l'électrode negative, l'autre est blanche et correspond à l'autre électrode.

(2) Pour que les expériences soient bien nettes et bien comparables, il faut faire usage de

» Quant aux effets différents qui résultent de l'accroissement de conductibilité des liquides, on s'en rend aisément compte si l'on considère que la partie du courant transmise directement par la masse du mercure devient alors très-peu intense, et par suite son action électrolytique est à peu près nulle. Dès lors les effets de pression ne peuvent s'y développer comme dans le cas d'une médiocre conductibilité des liquides ; d'un autre côté, il se forme alors du sulfate de mercure, et ce sel, étant réduit par l'hydrogène dégagé, place l'expérience dans le cas de celles que nous avons étudiées avec les solutions de sulfate de cuivre, de sulfate de fer, etc., etc. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Action dissolvante de la glycérine sur les oléates métalliques, les oléates calcaires et le sulfate de chaux.* Note de M. E. Asselin, présentée par M. Balard.

« La glycérine a reçu, dans ces dernières années, diverses applications industrielles importantes. Les tentatives faites pour l'appliquer sur les tissus de laine ont été nombreuses, mais stériles. On ignorait plusieurs des propriétés de ce corps.

» Nos recherches personnelles ont eu pour but principal de préciser le degré de solubilité dans la glycérine : 1° des savons métalliques, de magnésie, de chaux; 2° des sous-savons (ou savons à excès de base); 3° du sulfate de chaux des eaux calcaires.

» Nous avons opéré sur des glycérines pures, exemptes de chaux, d'une densité de 1,114, et nous avons trouvé les chiffres suivants :

100 parties de glycérine dissolvent	0,71	savon de	fer.
100	»	0,94	» magnésie.
100	»	1,18	» chaux.

» Une série de recherches sur la dissolution des sous-savons métalliques et terreux qui imprégnent les fibres des laines dans les opérations du peignage nous a donné des chiffres variables, conséquence de leur composition mal définie. Ces sous-savons sont d'une émulsion facile dans une eau chargée de glycérine, et ils le sont d'autant plus que l'époque de leur formation est plus récente.

godets en porcelaine peu profonds, tels que ceux qu'emploient les aquarellistes pour délayer leurs couleurs. Sans doute les mouvements du mercure sont moins étendus que dans une rigole horizontale, comme l'a pratiqué M. Hughes, mais les effets sont plus réguliers et plus symétriques.

» Le sulfate de chaux, et notamment le composé $(CaO.SO^3)^2HO$, se dissolvent dans les proportions de 0,957 pour 100 parties de glycérine. De plus, contrairement à ce qui se passe avec l'eau pure, la courbe de solubilité croît avec l'élévation de la température.

» Tenant compte de ces faits et des propriétés hygrométriques de la glycérine, on aperçoit nettement le rôle qu'elle doit jouer dans le travail des laines. Son emploi raisonné et modéré permettra la fabrication des tissus à teintes unies, en couleurs claires, que l'on regarde comme impossibles à obtenir dans certains centres de fabrication.

» Le toucher, à la fois doux et nerveux, qu'elle communique aux laines donnera une supériorité réelle aux tissus engendrés par ces laines. L'emploi des eaux calcaires, auquel on se soustrait si rarement, réclame impérieusement l'intervention de la glycérine. Tel est le remède qui fera disparaître le reproche d'infériorité adressé à certaines fabrications de tissus français.

» Nous ajouterons que, dans le conditionnement de la laine, une opération simple et facile, le lavage à l'eau distillée, peut devenir nécessaire pour la reprise officielle de la surcharge qui pourrait être pratiquée frauduleusement par l'usage de la glycérine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure de chloracétyle sur l'aniline et la toluidine;* Note de M. D. Tommasi, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« L'aniline et la toluidine peuvent, sous l'influence du chlorure d'acétyle monochloré, échanger un atome d'hydrogène contre un atome d'acétyle chloré, et donner naissance ainsi à deux nouveaux produits cristallisés, qui sont : la *phénylchloracétamide* $\left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ H \\ C^2H^2ClO \end{matrix}\right\} Az$, et la *benzylchloracétamide* $\left.\begin{matrix} C^7H^7 \\ H \\ C^2H^2ClO \end{matrix}\right\} Az$.

» On obtient ces composés par un procédé tout à fait analogue à celui que j'ai indiqué pour la préparation de la chloracétylurée (1). La seule précaution à prendre, c'est de n'introduire l'aniline ou la toluidine que par petites quantités à la fois dans le chlorure d'acétyle monochloré refroidi. On emploie pour une molécule d'aniline ou de toluidine un peu plus d'une molécule de chlorure de chloracétyle.

(1) *Comptes rendus*, séance du 10 mars 1873.

» Les réactions qui donnent naissance à la phénylchloracétamide et à la benzylchloracétamide peuvent être représentées par les équations suivantes :

$$\left.\begin{array}{c}(C^2H^2ClO)'\\ Cl\end{array}\right\} + \left.\begin{array}{c}C^6H^5\\ H\\ H\end{array}\right\} Az = \left.\begin{array}{c}H\\ Cl\end{array}\right\} + \left.\begin{array}{c}(C^6H^5)'\\ H\\ (C^2H^2ClO)'\end{array}\right\} Az.$$

$$\left.\begin{array}{c}(C^2H^2ClO)\\ Cl\end{array}\right\} + \left.\begin{array}{c}C^7H^7\\ H\\ H\end{array}\right\} Az = \left.\begin{array}{c}H\\ Cl\end{array}\right\} + \left.\begin{array}{c}(C^7H^7)'\\ H\\ (C^2H^2ClO)'\end{array}\right\} Az.$$

» La phénylchloracétamide cristallise en aiguilles fines du sein de sa solution aqueuse; elle se dépose, de l'alcool, sous forme de tables mamelonnées. Elle fond à 97 degrés; à une température élevée, elle se sublime. L'éther et l'acide acétique se dissolvent à froid en assez grande proportion. Les acides sulfurique et chlorhydrique la dissolvent aisément à chaud. L'acide azotique bouillant transforme la phénylchloracétamide en un nouveau composé nitré qui n'a pas encore été analysé.

» L'analyse de la phénylchloracétamide a donné les résultats suivants :

	Calculé (C^8H^8ClOAz)	Trouvé. I.	Trouvé. II.
Carbone..........	50,73	50,41	50,08
Hydrogène........	4,71	4,83	5,13
Chlore...........	20,94	21,25	20,95
Azote............	8,26	8,01	8,42
Oxygène..........	15,36	»	»

» La benzylchloracétamide cristallise en aiguilles prismatiques qui se subliment à 110 degrés et fondent à 162 degrés. Elle est insoluble dans l'eau froide, très-peu soluble dans l'eau bouillante. Les acides sulfurique et acétique la dissolvent faiblement à froid, en quantité assez notable à chaud. Elle est insoluble dans l'acide chlorhydrique. La benzylchloracétamide, sous l'influence de l'acide nitrique, paraît se convertir en un dérivé nitré.

» La benzylchloracétamide a fourni à l'analyse les nombres suivants :

	Calculé ($C^9H^{10}ClOAz$)	Trouvé. I.	Trouvé. II.
Carbone..........	58,85	58,83	59,07
Hydrogène........	5,44	5,62	5,59
Chlore...........	19,34	19,26	19,14
Azote............	7,62	7,33	7,31
Oxygène..........	»	»	»

» Ce travail a été fait à la Sorbonne, au laboratoire de Chimie de M. Schützenberger. »

PHYSIOLOGIE. — *Des effets toxiques des iodures de tétraméthylammonium et de tétramylammonium.* Note de M. Rabuteau, présentée par M. Ch. Robin.

« J'ai commencé récemment, sur les amines ou ammoniaques composées, des recherches que je me propose de publier plus tard; mais il est un fait qui m'a paru assez important pour être soumis dès à présent à l'Académie.

» Tandis que les sels des amines primaires, secondaires et tertiaires les plus diverses, depuis les méthylamines jusqu'à l'amiline et aux autres phénylamines, sont des substances comparables par leurs effets à ceux des composés ammoniacaux ordinaires, et qu'ils seraient, d'après mes recherches, des poisons musculaires à hautes doses, les sels dans lesquels tout l'hydrogène de l'ammonium est remplacé par des radicaux alcooliques, tels que les iodures de tétraméthylammonium et de tétramylammonium, paraissent être des poisons des nerfs de mouvement, c'est-à-dire des paralysomoteurs dont les effets sont complétement analogues à ceux du curare. Je citerai quelques expériences qui appuient cette proposition.

» *Iodure de tétraméthylammonium.* — Après avoir injecté dans les veines d'un chien 2 grammes de chlorhydrate de triméthylamine (chlorure de triméthylammonium) dissous dans 40 grammes d'eau, et après n'avoir observé qu'un léger ralentissement de la circulation et un léger abaissement de la température animale, je voulus injecter chez un autre chien la même dose d'iodure de tétraméthylammonium. (Ce sel est assez peu soluble dans l'eau, qui n'en prend guère qu'un vingtième de son poids à la température ordinaire). Or à peine le quart de la substance avait pénétré dans le torrent circulatoire que l'animal s'agita vivement, que les mouvements respiratoires cessèrent presque aussitôt, en même temps que le corps éprouvait un tremblement fibrillaire. Le cœur, qui s'était accéléré au début, se ralentit; il ne bat bientôt plus qu'une fois toutes les cinq ou six secondes, puis il s'arrête complétement au bout de quatre à cinq minutes, par conséquent bien longtemps après que tout mouvement respiratoire avait cessé, et que l'animal était réduit à l'état d'une masse inerte. Il s'agissait donc d'une substance infiniment plus active que les sels des amines primaires, secondaires et tertiaires et agissant plutôt en paralysant les nerfs moteurs qu'en paralysant, comme ces derniers sels, le système musculaire, puisque le cœur ne s'était arrêté qu'après la suspension de la respiration.

» Chez un autre chien de forte taille, 25 centigrammes d'iodure de tétraméthylammonium sont injectés, à l'aide d'une seringue de Pravaz, sous la

peau de la poitrine, en cinq points différents. Immédiatement après l'opération, les battements cardiaques s'accélèrent; l'animal a de la salivation; ses pupilles sont énormément dilatées; la respiration devient plus forte et pénible; un thermomètre qui, introduit dans le rectum, marquait 39°,2 avant le début de l'expérience, marque bientôt 39°,4. L'animal est détaché, mais il ne peut plus se mouvoir; il fait de vains efforts pour se traîner sur le sol; les membres postérieurs sont plus atteints que les membres antérieurs. Il a conservé toute son intelligence; il est sensible, car les piqûres font naître des mouvements dans les membres qui ne sont pas complétement paralysés sous l'influence de la dose injectée. Enfin le rétablissement a lieu au bout d'une demi-heure, ce qui indique que le poison doit s'éliminer vite.

» Ces symptômes sont, comme on le voit, tout à fait semblables à ceux que produit le curare. On remarque la persistance des battements cardiaques, alors que les mouvements volontaires ne peuvent s'effectuer, que la respiration est pénible; on remarque la dilatation de la pupille, enfin une élévation légère de la température animale; mais, pour mieux étudier les phénomènes, j'ai fait d'autres expériences, telles que les suivantes :

» Deux grenouilles ont chacune une cuisse liée fortement, moins le nerf sciatique. Je leur injecte, sous la peau du dos, à l'une 5 gouttes, à l'autre 10 gouttes d'une solution concentrée d'iodure de tétraméthylammonium. L'empoisonnement commence au bout de deux ou trois minutes; il n'est complet, ou presque complet, qu'au bout d'un quart d'heure à vingt minutes. A ce moment, l'excitation exercée en un point quelconque du corps ne sollicite aucun mouvement, excepté dans la patte préservée du poison par la ligature. Si, par exemple, on pince les grenouilles, si on leur touche les yeux avec une baguette humectée d'acide acétique, rien ne se produit dans les parties empoisonnées, les paupières ne se ferment pas, mais la patte préservée de la substance toxique se contracte plus ou moins vivement. La sensibilité existe donc, mais le mouvement se trouve aboli dans les parties atteintes par le poison. En excitant le nerf sciatique de la patte préservée, on provoque de vives contractions, tandis qu'en touchant le nerf sciatique de la patte empoisonnée on n'en provoque pas. Enfin les muscles, qui ne se contractent plus lorsqu'on excite leurs nerfs, se contractent au contraire sous l'influence de l'électricité appliquée directement sur eux.

» Ces faits, joints à ceux que j'ai observés chez les chiens, prouvent : 1° que l'iodure de triméthylammonium est un poison énergique; 2° qu'il paralyse les extrémités des nerfs moteurs; 3° qu'il respecte la sensibilité et

la contractilité musculaire. Or ces résultats sont exactement ceux que l'on observe dans l'empoisonnement par le curare, d'après les belles recherches de M. Cl. Bernard. Toutefois, lorsque les doses sont très-fortes, la contractilité musculaire finit par s'éteindre; c'est pourquoi j'ai cru, à un certain moment, que le poison en question était un poison musculaire; mais l'arrêt de la respiration devançant l'arrêt du cœur m'a fait rejeter cette opinion, attendu que les poisons musculaires introduits dans la circulation générale influencent surtout le cœur, parce qu'il leur livre sans cesse passage et que, d'après la remarque de M. Ch. Legros, les fibres de cet organe sont mises d'autant plus facilement en contact avec eux qu'elles sont dépourvues de myolemme.

» *Iodure de tétramylammonium.* — Ce composé, qui est assez soluble dans l'eau bouillante, est presque insoluble dans l'eau froide; aussi faut-il injecter, chez les grenouilles, au moins 20 gouttes d'une solution aqueuse saturée à la température ordinaire pour amener la mort, qui arrive d'une manière beaucoup plus lente que sous l'influence de 3 à 4 gouttes seulement d'une solution saturée de tétraméthylammonium à la même température. Les symptômes observés sont du même ordre que ceux qui ont été signalés précédemment, de sorte que ce composé analytique est un poison paralysomoteur au même titre que le composé méthylique.

» Ainsi les sels de tétramylammonium et de tétraméthylammonium, tels que leurs iodures

$$\left.\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \\ CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\right\} AzI \quad \text{et} \quad \left.\begin{matrix} C^5H^{11} \\ C^5H^{11} \\ C^5H^{11} \\ C^5H^{11} \end{matrix}\right\} AzI,$$

sont des poisons actifs, tandis que le chlorhydrate de triméthylamine,

$$\left.\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \\ CH^3 \\ H \end{matrix}\right\} AzCl,$$

ne l'est pas. Ce qui frappe dans ces résultats, c'est que la substitution de CH^3 à tout l'hydrogène de l'ammonium transforme un composé peu actif en un autre, qui est éminemment toxique et agit comme le curare. Toutefois ce fait ne doit pas étonner complétement, si l'on se rappelle que les composés obtenus en traitant divers alcaloïdes par les éthers iodhydriques produisent des effets analogues. Ainsi l'iodure de méthylstrychnium est un paralysomoteur.

» Tels sont les résultats de mes premières recherches. Il est présumable que les sels de tétréthylammonium, de tétrapropylammonium, de tétrabutylammonium et, sans doute, ceux qui correspondent à d'autres alcools, produiront des effets semblables. S'il en est ainsi, j'aurai signalé un groupe nouveau et très-nombreux de poisons curariques.

» Mes expériences ont été faites, dans le laboratoire de M. Robin, en partie avec l'aide de M. Ch. Legros, professeur agrégé, avec des iodures de tétraméthyle et de tétramylammonium qui m'ont été remis par M. Frédéric Würtz, de la Pharmacie centrale de France, qui les avait préparés lui-même. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge du soulèvement du mont Lozère*. Note de M. G. FABRE, présentée par M. Daubrée.

« Le mont Lozère constitue un vaste plateau d'une altitude moyenne de 1400 mètres, et d'une superficie d'environ 300 kilomètres carrés; c'est la protubérance granitique la plus élevée de la France centrale. La ligne de faîte, presque rectiligne, est dirigée 106 degrés (1) avec une hauteur moyenne de 1600 mètres; sur un parcours de plus de 20 kilomètres, elle ne s'abaisse pas au-dessous de la cote 1550; il s'élève jusqu'à 1702 mètres.

» Tout autour de ce haut plateau, et à un niveau inférieur, sont disséminés divers lambeaux de terrain jurassique, témoins évidents d'un dépôt jadis continu. Ils ont été en partie signalés par les géologues (2), mais, d'après nos observations, ils se relient entre eux d'une façon bien plus intime qu'on ne le croyait, et en définitive ils ne manquent absolument que sur 18 kilomètres, entre le col de Champlong (Lozère) et le Chaylard (Gard), c'est-à-dire dans une partie de la chaîne des Cévennes où les dénudations ont attaqué très-profondément la masse même des roches cristallines, et où, par conséquent, il ne peut rester aucune trace de terrains sédimentaires.

» Au premier abord, il semble naturel de considérer ce plateau élevé du mont Lozère comme ayant formé une île jurassique; telle est en effet

(1) Les angles sont comptés de zéro à 180 degrés à partir du nord vrai, dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre.

(2) DUFRÉNOY et É. DE BEAUMONT, *Carte géologique de France*. — E. DUMAS, *Carte géologique du département du Gard*. — LAN, *Mémoire sur les filons des Cévennes* (*Ann. des Mines*, t. VI, 5e série; 1854).

l'opinion générale, reproduite dans les ouvrages les plus récents (1). Nos études dans cette région nous ont amené à des conclusions entièrement opposées, fondées principalement sur une série de coupes perpendiculaires à l'axe de la chaîne, et sur les trois faits suivants, faciles à vérifier :

» 1° Les divers dépôts jurassiques sont presque horizontaux, quoique à des altitudes très-différentes ;

» 2° Ils butent tous par faille contre le massif des roches cristallines ;

» 3° Ils n'offrent nulle part le faciès littoral.

» Nous présentons ici quelques détails explicatifs sur ces trois propositions :

» 1° Sans insister sur l'allure généralement horizontale des strates jurassiques, nous ferons remarquer que les altitudes d'une même couche sont très-variables, selon la région où on la considère, et peuvent différer de plus de 500 mètres. Ainsi les grès infra-liasiques sont aux cotes moyennes suivantes :

Région de Villefort	840m
Région du Bleymard	1100
Montagnes de Mercoire	1470
Plateau des Salesses	1390
Col de la Loubière (faille)	1185 et 870
Col de Montmirat (faille)	550 et 1045
Plateau des Faux	1180
Col de Champlong	1120
Château de Chaylard (Gard)	550

» Le passage d'une région à la voisine se fait par des failles, dont l'orientation (106 degrés) détermine celle de la crête de la montagne.

» Si donc toutes les régions qui entourent le mont Lozère ont ainsi éprouvé des dénivellations considérables depuis l'époque jurassique, il serait, pour le moins, surprenant que la région centrale seule eût été à l'abri de ces mouvements. L'observation attentive du plateau granitique permet de reconnaître en effet, à travers les nombreuses irrégularités de relief dues aux dénudations postérieures, plusieurs longs escarpements parallèles à la crête et dont le plus important s'étend pendant 20 kilomètres depuis la Fage jusqu'à l'Hôpital ; ce sont évidemment là des failles secondaires. Comme, d'autre part, le sommet de la montagne (1702 mètres) ne domine les dépôts sédimentaires les plus élevés (1470 mètres) que d'une quantité

(1) JAUBERT, *Bull. de la Société géologique de France*, t. XXVI, 2e série, p. 216. — DELESSE, *Lithologie du fond des mers*.



bien inférieure aux différences locales de niveau que présentent les dépôts eux-mêmes d'une région à l'autre, on est en droit de présumer que le plateau du mont Lozère a dû jadis supporter quelque dépôt jurassique.

» 2° Cette idée trouve une confirmation éclatante dans l'examen détaillé des relations de contact des couches jurassiques avec le massif cristallin; partout ce contact se fait par faille.

» Ainsi, au nord du massif, une longue et importante fracture (*faille d'Orcières*, orientée 106 degrés) fait buter toute la série jurassique contre les micaschistes pendant plus de 40 kilomètres; cette disposition présente un caractère de netteté remarquable quand, du haut des montagnes qui dominent Villefort, on regarde vers l'ouest tous les petits plateaux calcaires que recoupe l'ancienne route nationale; on voit alors les couches jurassiques horizontales s'étendre au pied d'une sorte de falaise qui jalonne tous les dépôts depuis Mende jusqu'aux Vans. C'est même cet aspect général qui a dû induire les géologues en erreur, et qui leur a fait croire à l'existence ancienne d'un détroit jurassique.

» Du côté de l'ouest, une grande faille (*faille du Valdonnès*, orientée 25 degrés) se profile pendant 11 kilomètres, depuis Vitrolles jusqu'au col de Montmirat, en dessinant les escarpements abruptes qui dominent de 400 mètres environ les hameaux de Vareilles et de Vantaillac. Au col même de Montmirat, l'infra-lias se trouve au niveau des dolomies de l'oolithe inférieure; ce contact anomal permet de fixer à 500 mètres environ la dénivellation produite.

» Enfin, sur le versant méridional, le mont Lozère est constitué par deux immenses gradins qui s'élèvent respectivement à 1200 et 1500 mètres et offrent des escarpements orientés comme la ligne de faîte. Le gradin le plus élevé est exclusivement granitique et forme la région des hauts pâturages; l'autre est en partie jurassique, et les strates horizontales qui le constituent butent par faille contre le granite, le long de la route départementale, depuis les Faux jusqu'à Runes.

» En définitive, le relief de tout ce massif montagneux paraît dû à un système de failles parallèles (106 degrés) coupé brusquement vers l'ouest par une fracture presque perpendiculaire (faille du Valdonnès, 25 degrés).

» 3° Si, comme nous venons de l'indiquer, les preuves tirées de l'allure même des dépôts de sédiment tendent à rattacher le soulèvement du mont Lozère à une époque postérieure au terrain jurassique, l'étude de la constitution même de ces dépôts implique forcément la même conclusion.

» Dans l'hypothèse du plateau granitique formant île dans la mer jurassique on devrait, en effet, sinon retrouver dans les strates quelques vestiges des anciens rivages, du moins y apercevoir les preuves du voisinage d'une terre émergée; or il n'en est rien. Bien plus, et pour ne citer qu'un exemple, les calcaires à fucoïdes, qui constituent à eux seuls la base de l'oolithe inférieure (zone à *A. Murchisonæ*), conservent leur épaisseur normale (50 mètres) aux abords du mont Lozère, et n'y perdent en rien le faciès pélagique qui les caractérise.

» Des considérations analogues s'appliquent avec autant de force à l'étage supérieur de l'infra-lias; de sorte que l'ensemble des preuves qui précèdent permet d'affirmer que la mer jurassique a dû recouvrir le mont Lozère à ces différentes époques.

» Si l'on cherche à préciser davantage l'âge probable du soulèvement du mont Lozère, il importe de faire une distinction entre le moment de l'émersion définitive de la région et celui où elle a acquis son relief actuel.

» L'émersion du sol a dû s'effectuer vers la fin de l'époque bajocienne, et a persisté pendant toutes les époques géologiques suivantes; mais le véritable relief est dû aux grandes failles que nous avons signalées. Ces fractures sont parallèles, les unes au *système des Pyrénées* (dirigé à Vialas, 107° 42′ 30″), les autres au *système des Alpes occidentales* (dirigé à Vialas, 25° 46′ 18″); on est donc conduit à placer la formation du puissant relief de cette région vers le milieu de l'époque tertiaire. Cet âge, relativement récent, rend du reste parfaitement compte de la netteté actuelle des grands traits orographiques, à peine masqués par les dénudations postérieures.

» Nous résumons les principaux résultats des études qui précèdent par les conclusions suivantes :

» 1° *Le plateau granitique du mont Lozère, point le plus élevé qu'atteignent les roches cristallines dans la France centrale* (1702 *mètres*), *a dû être recouvert par la mer jurassique aux époques de l'infra-lias et de l'oolithe inférieure.*

» 2° *Le soulèvement de cette région doit être rapporté aux systèmes des Pyrénées et des Alpes occidentales.* »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Note concernant les eaux publiques de Toulouse;* par M. G. GRIMAUD (DE CAUX). (Extrait.)

« A l'époque à laquelle remonte l'établissement des fontaines de Toulouse, en 1817, le chiffre de la population était de 50000 habitants. On fixa

les besoins à 80 litres par tête : c'était 4000 mètres cubes à distribuer par jour. La Garonne fut chargée de les fournir; mais les eaux ne sont pas toujours claires; avoir de l'eau claire, tel fut, en ce qui concerne le côté hygiénique de la question, le seul point dont on se préoccupa. On supposa — cela s'était pratiqué ailleurs — qu'en creusant une galerie sur les bords de la rivière, on attirerait les eaux à travers le gravier intermédiaire, et que ces eaux attirées laisseraient les matières troublantes dans les interstices. Quant à l'œuvre d'art, elle se compose d'un système de roues hydrauliques et de pompes, avec leurs accessoires; d'un château d'eau pour renfermer le tout, et enfin d'un réseau de conduites amenant l'eau dans les diverses parties de la ville. Le plan ainsi exécuté, quelles ont été les suites?

» A Toulouse, l'eau de la Garonne est excellente. Elle fournit, par litre, seulement 13 centigrammes de matières fixes, tandis que l'eau des anciennes fontaines et des puits contient depuis 50 jusqu'à 80 de ces mêmes matieres. Si l'on prend cette eau, telle que la rivière la fournit, et qu'on la laisse déposer, ou bien qu'on la fasse passer à travers une couche de substances inertes, on a une eau claire, tout à fait irréprochable, aussi longtemps que le principe relatif à l'inertie, à la neutralité, qui doivent constituer le caractère fondamental de toute matière filtrante, n'aura point été offensé. L'eau participe toujours des qualités du terrain à travers lequel elle coule : *tales sunt aquæ, qualis est terra per quam fluunt*, a dit Pline l'Ancien. Les ingénieurs qui ignorent ce fait capital, ou qui négligent de le respecter, s'exposent à des échecs d'autant plus regrettables qu'ils intéressent surtout la santé des populations. En 1839, à Vienne (Autriche), on creusa un égout principal dans l'un des faubourgs; on avait bouché les affluents; de grandes pluies survinrent, engorgèrent ces derniers; les matières qu'ils charriaient pénétrèrent dans le sol, et tous les puits d'alentour furent infectés. Une épidémie instantanée de fièvre typhoïde emporta, en quinze jours, plus de mille personnes.

» A Toulouse, comme il a été dit, pour clarifier l'eau de la Garonne, on l'a soutirée à la rivière, à travers le gravier : à quelques mètres du rivage, on a creusé une première galerie, puis une deuxième et une troisième, pour suppléer à l'insuffisance des produits de la filtration. L'état des choses a duré ainsi plusieurs années à la satisfaction générale. Depuis lors, la population a augmenté, au point que, au lieu de 50 000 âmes, il en faut abreuver aujourd'hui 126000; de là, nécessité d'amener une quantité d'eau plus considérable. Des galeries nouvelles ont été construites, sur une échelle plus

grande; mais l'eau ne s'est plus rencontrée de la même qualité; en passant à travers le gravier, elle a contracté des qualités mauvaises.

» Une Commission réunie pour porter remède au mal a proposé de pratiquer encore des galeries, mais dans une localité différente, dans les graviers de Portet. Le problème sera-t-il résolu? Peut-être; mais pour un temps seulement. Quand les graviers seront obstrués, il faudra recommencer; et puis comment empêcher qu'il s'y forme ces *bissus* qui inquiétaient déjà M. d'Aubuisson (*Histoire de l'établissement des fontaines à Toulouse*, p. 39), ces *bissus* qui, certainement, ne sont point étrangers au mal qui a été signalé et qu'on cherche à guérir aujourd'hui.

» Quand il s'agit d'alimenter une population, il faut prendre l'eau où elle est, au fleuve même, et sans lui opposer d'obstacles dont on ne serait pas les maîtres. Il ne faut pas lui faire traverser des terrains exposés à être contaminés par des remaniements suspects, qu'on ne saurait prévoir ou empêcher. Une rivière comme la Garonne rend le problème facile à résoudre. La brochure d'Aubuisson de Voisins contient elle-même les éléments d'une solution complète.

» L'exemple suivant n'est peut-être pas non plus sans analogie avec ce qu'il conviendrait de faire dans le cas précédent. Les eaux de la *Brenta* alimentent, à la *Mira*, un petit canal découvert qu'on appelle la *Seriola;* après un parcours d'environ 8 kilomètres, ce canal vient déboucher par cinq cannelles en bois dans la lagune de Venise, aux environs de *Fusine*. C'est là que viennent se remplir d'eau les barques destinées à suppléer à l'eau de pluie dans les citernes, quand la sécheresse se prolonge. L'eau de la *Brenta* varie dans sa limpidité, comme celle de la Garonne. En toute saison la température du pays diffère peu de la température de Toulouse. Eh bien! en aucune ville du monde on ne peut boire une eau plus limpide, plus salubre et plus rafraîchissante, c'est-à-dire plus désaltérante, mouillant plus agréablement le palais, que l'eau des citernes de Venise.

» En résumé, pour Toulouse, il faut calculer la distribution de ses eaux publiques à raison de 100 litres par tête, en prenant pour base une population de 200 000 âmes. On aurait ainsi 20 000 mètres cubes par jour, soit un peu moins de 250 litres par seconde, à dériver de la Garonne.

» Le lieu d'élection étant déterminé, la section du canal d'amenée, calculée sur cette quantité d'eau, n'est plus qu'une affaire d'équation, dont toutes les données sont fournies par les circonstances locales. »

« M. **Milne Edwards** présente un travail très-considérable de M. *Alexandre Agassiz*, imprimé en anglais, sur l'ordre des Échinodermes. L'auteur s'est occupé principalement de la distribution géographique de ces animaux, et il est arrivé ainsi à des résultats fort intéressants. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 7 avril 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse; 7e année, 1er fascicule, 20-27 novembre 1872. Paris, E. Savy, 1873; in-8°.

Société linnéenne du nord de la France. Bulletin mensuel; nos 5 à 9, 1re année. Amiens, imp. Lenoel-Hérouart, 1873; 5 nos in-8°.

Bulletin du Comice agricole de l'arrondissement de Narbonne; t. VII, feuille 3. Sans lieu ni date; br. in-8°.

La Marine et les Chemins de fer. Montpellier, 1866, imp. lith. Nelson; br. in-4°, autographiée. (Extrait du *Messager du Midi.*)

Notice historique sur les inventions et les perfectionnements faits à Genève dans le champ de l'Industrie et dans celui de la Médecine; par E.-F. Wartmann. Genève, Bâle, Lyon, Georg, 1873; in-8°.

L'homme et les animaux des cavernes des basses Cévennes; par M. A. Jeanjean. Nîmes, imp. Clavel-Ballivet et Cie, 1871; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie du Gard.*)

Agronomie et Géologie agricole. Les amendements et les engrais minéraux appliqués au sol des Cévennes; par M. Ad. Jeanjean. Le Vigan, imp. A. Argellies, 1872; in-8°.

Rapport sur les mesures sanitaires à prendre pour le transport des corps des personnes qui doivent être inhumées hors Paris et hors du ressort de la Préfecture de police, par une Commission composée de MM. Baube, Boutron, Bussy, Chevallier, Duchesne, Lasnier, Peligot et Devergie rapporteur. Paris, Boucquin, 1869; in-4°.

De la désinfection de la Morgue de Paris au moyen d'irrigation d'eau additionnée de un deux-millième d'acide phénique; par M. A. DEVERGIE. Paris, imp. Martinet, sans date; éprenves in-8°. (Extrait des *Annales d'hygiène et de médecine légale.*)

Le premier Chapitre de l'Histoire de Toulouse. Toulouse, imp. Rives et Privat. (Extrait du *Compte rendu de la séance de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.*)

Les Merveilles de l'Industrie; par L. FIGUIER; 4e série : *la Porcelaine.* Paris, Furne et Cie, 1873; grand in-8°, illustré.

Les fonds de la mer. Etude internationale sur les particularités nouvelles des régions sous-marines, dirigée par MM. FISCHER, FOLIN *et* PÉRIER; *t.* II, feuilles 1 à 4, avec planches. Paris, Savy, 1872; in-8°.

Illustrated Catalogue of the Museum of comparative Zoology, at Harvard College, n° VII. *Revision of the Echini; by* Alex. AGASSIZ; parts I-II, with forty-nine plates. University press, Cambridge, Welch, Bigelow, 1872; in-4°, texte et planches.

Annual report of the trustees of the Museum of comparative Zoology at Harvard College, in Cambridge: together with the report of the Director for 1871. Boston, Wright et Potter, 1872; br. in-8°.

Alex. AGASSIZ. *Application of Photography to illustration of natural History,* with two figures. Printed by the Albert and Wodsbury Processes. Cambridge, 1871; opuscule in-8°, avec photographie.

The pharmaceutical Journal and transactions; december 1872, january, february 1873. London, J. and A. Churchill, 1873; 3 nos in-8°.

Journal of the chemical Society; november-december 1872, january 1873. London, J. van Voorst, 1872-1873; 3 nos in-8°.

Proceedings of the London mathematical Society; nos 50-51. London, sans date; br. in-8°.

The normal products of hepatic action; by D.-J.-C. MACVICAR; parts I-II. Edinburgh, printed by Oliver and Boyd. (Cet ouvrage est adressé au Concours Barbier, 1873.)

On the lunar diurnal variation of magnetic declination at Trevandrum, near the magnetic equator, etc.; by J.-A. BROUN. Edinburgh, 1872; in-4°. (From the *Transactions of the Royal Society of Edinburgh,* vol. XXVI.)

Sveriges geologiska undersökning, 36 à 45. Stockholm, P.-A. Norstedt et Söner, 1870-1871; 10 br. in-8°, avec cartes grand aigle.

Sveriges geologiska undersökning. En geognostisk Profil öfver den Skandinaviska fjällryggen mellan östersund och levanger of A. TÖRNEBOHM. Stockholm, 1872, P.-A. Norstedt et Söner; br. in-8°.

Vocabulario poliglotto di geografia, etc.; per C. MENSINGER, con prefazione di B.-E. MAINERI. Milano, tip. Bernardoni, 1870; 1 vol. in-8°.

Di una nuova forma di elettrocalamita atta ad accressere grandemente l'effetto dell' elettricità come forza motrice; per F. DEL GIUDICE. Napoli, G. Nobile, 1873; in-4°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE MARS 1873.

Annales de l'Agriculture française; février 1873; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; 5e liv., 1873; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 12, 1872; n° 1, 1873; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; février 1873; in-8°.

Annales du Génie civil; mars 1873; in-8°.

Annales industrielles; nos 10 à 13, 1873; in-4°.

Annuaire de la Société Météorologique de France; Tables météorologiqnes, feuilles 1 à 4, 1873; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos des 2, 9, 16, 23, 30 mars 1873; in-8°.

Atti dell'Accademia pontificia de' Nuovi Lincei; 19 gennaio 1873; in-4°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 183, 1873; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; t. VII, nos 1 et 2, 1873; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 2, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Revue bibliographique D, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; avril 1873; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; février 1873; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; n° 2, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; n° 1, 1873; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; avril 1873; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; n^os des 15 et 30 mars 1873; in-8°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 3, 1873; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto, t. VIII, n° 1, 1873; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio romano; t. XII, n° 2, 1873; in-4°.

Chronique de l'Industrie; n°s 57 à 60, 1873; in-4°.

Gazette de Joulin, 1er avril 1873; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 27 à 38, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 10 à 13, 1873; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* novembre et décembre 1872; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; janvier 1873; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 10 à 13, 1873; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 204 à 207, 1873; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n°s 5 et 6, 1873; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; avril 1873; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; mars 1873; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; 15 et 30 mars 1873; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 47 à 50, 1873; in-folio.

Journal de Physique théorique et appliquée; mars 1873; in-8°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n°s 4, 5, 6, 1873; in-8°.

La Revue scientifique; n°s 37 à 39, 1873; in-4°.

L'Abeille médicale; n°s 10 à 13, 1873; in-4°.

L'Aéronaute; mars 1873; in-8°.

L'Art dentaire; mars 1873; in-8°.

L'Imprimerie; février 1873; in-4°.

Le Gaz; n° 9, 1873; in-4°.

Le Messager agricole; n° 2, 1873; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; n° 5, 1873; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; mars 1873; gr. in-8°.

Les Mondes; n°s 10 à 13, 1873; in-8°.

La Revue médicale française et étrangère; n°s des 1, 8, 15, 22, 29 mars 1873; in-8°.

Magasin pittoresque; mars 1873; in-4°.

Marseille médical; n°s 3, 1872; in-8°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; octobre, novembre et décembre 1873; in-8°.

Montpellier médical. Journal mensuel de Médecine; mars 1873; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; mars 1873; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; n°s 5 et 6, 1873; in-8°.

Revue bibliographique universelle; mars 1873; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; mars 1873; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n°s 6 et 7, 1873; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 12, 13, 14, 1873; in-8°.

Revue maritime et coloniale; mars 1873; in-8°.

Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; Napoli, n° 2, 1873; in-4°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; n°s 4, 5, 1873; in-8°.

Société des Ingénieurs civils; feuilles 4, 5, 1873; in-4°.

The Journal of the Franklin Institute; janvier 1873; in-8°.

The Food Journal; n°s 38, 1873; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 AVRIL 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE transmet l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *E. Cosson*, comme académicien libre, en remplacement de feu le maréchal *Vaillant*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. COSSON prend place parmi ses confrères.

HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE. — *Explication du texte d'Aboul-Wefâ sur la troisième inégalité de la Lune.* Note de M. CHASLES.

Texte d'Aboul-Wefâ (1).

« IIe SECTION DU VIIe DISCOURS. — Exposé des circonstances propres à la Lune, et des moyens par lesquels nous avons reconnu (ou *nous connaissons*) leurs particularités (fo 97, vo du Ms.). »

» Cette deuxième section du septième discours se compose de onze cha-

(1) Traduction suivie par M. Biot; voir *Journal des Savants*, décembre 1843, p. 733, ou mars 1845, p. 151.

pitres. Dans les neuf premiers, l'auteur démontre d'abord la nécessité d'un excentrique mobile autour du centre du monde (centre du zodiaque), et d'un épicycle qui se meut sur l'excentrique en sens contraire du mouvement de celui-là; puis les deux premières inégalités, dont l'une, s'élevant à 5 degrés, a lieu dans les conjonctions et oppositions, et l'autre se manifeste dans les quadratures, où elle atteint 7°40'. Voici très-succinctement le sujet de chacun de ces neuf chapitres :

« I. Il faut considérer le cercle de circonvolution (l'épicycle) (f° 97, v°).

II. Les deux mouvements de la Lune, de longitude et d'inégalité, ne sont pas égaux (f° 97, v°).

III. Le mouvement en longitude est plus grand que le mouvement d'inégalité (f° 97, v°).

IV. Le mouvement de la Lune sur l'épicycle est opposé à l'ordre des signes (f° 98, v°).

V. Comment on reconnaît la première inégalité (f° 98, r°).

VI. De la connaissance de la deuxième inégalité (f° 98, v°).

VII. L'apogée de l'excentrique se meut. Le centre de l'épicycle parcourt l'excentrique deux fois par mois (f° 99, r°).

VIII. Le sens du mouvement de l'apogée de l'excentrique est opposé au sens du mouvement de l'épicycle (f° 99, r°).

IX. Le mouvement de l'apogée de l'excentrique à l'égard du mouvement du Soleil est égal à la différence des mouvements des deux astres en longitude (f° 99, v°). »

» Je passe au chapitre X.

« I. Chapitre X. — Sur la troisième inégalité que l'on trouve à la Lune, et qui est appelée l'*inégalité du mohadzat* (f° 99, v°). »

» M. Munk dit : « De la troisième inégalité APPELÉE (ou QU'ON APPELLE) » l'inégalité de la *prosneuse* (*Comptes rendus*, t. XVI, p. 1444; 1843). »

» M. Sédillot écrit d'abord : « De la troisième anomalie (ou inégalité) de la Lune, appelée *muhazat* (prosneuse). » Il omet donc ici les deux mots « inégalité du ». Mais il y a inadvertance; car il dit plus loin, dans le cours de sa dissertation : « Aboul-Wefâ intitule son chapitre : « De la » troisième inégalité que l'on trouve à la Lune, *appelée* inégalité du *mu-* » *hazat* ». Il ajoute que « l'on n'aperçoit, ni chez les Grecs, ni chez les » traducteurs arabes de l'*Almageste*, une inégalité ainsi dénommée », voulant prouver par là que la découverte de cette inégalité appartient bien à Aboul-Wefâ (*Matériaux*..., p. 197). Ainsi il est bien certain qu'il faut lire *l'inégalité* DU *mohadzat*.

» Il y a lieu de remarquer ici que ce mot *mohadzat*, qui signifie *prosneuse, déviation*, ne se trouve pas dans les neuf chapitres précédents, où sont

démontrées les deux premières inégalités de la Lune et leurs valeurs numériques. Il faut en conclure qu'il en a été question dans le sixième discours, c'est-à-dire dans l'exposition générale des mouvements lunaires; et, en effet, on en voit la preuve dans la phrase finale de ce chapitre X, où Aboul-Wefâ dit : « En faisant sortir ce point par les voies *que nous avons » mentionnées à leurs places* »; cela ne peut s'entendre que du sixième discours.

» Une autre remarque, qui sera confirmée par un passage ultérieur, c'est qu'Aboul-Wefâ, en appelant sa troisième inégalité l'*inégalité du mohadzat,* semble indiquer qu'il la regarde comme le complément du *mohadzat,* comme une chose qu'il faut ajouter au *mohadzat,* c'est-à-dire à la *déviation* de l'axe de l'épicycle.

» Aboul-Wefâ rappelle, dans les premières lignes de ce chapitre X, ce qu'il a démontré relativement aux deux premières inégalités; puis il passe à la troisième inégalité en ces termes :

« II. Après avoir reconnu la valeur de ces deux inégalités, ainsi que la distance du centre de l'excentrique au centre du cercle des constellations zodiacales, nous avons trouvé *une troisième inégalité* qui survient à la Lune dans les temps où le centre de l'épicycle (1) se trouve entre la distance la plus éloignée (apogée) et la distance la plus rapprochée (périgée) de l'excentrique. Et le *maximum* de cela arrive lorsque la Lune est à un *tathlith* ou un *tasdis* (un *trine* ou un *sextile*) du Soleil. Et nous ne trouvons pas (ou *nous n'avons pas trouvé*) que cela ait lieu dans les conjonctions et les oppositions, ni dans les moments des *tarbîdt* (quadratures). »

» Ce sont les expressions *trine* et *sextile* de ce passage qui ont été la principale cause des discussions qui se prolongent encore. M. Munk, les trouvant dans un ouvrage astronomique, composé, en 1320, par Isaac Israïli, de Tolède, et dans une version hébraïque de l'*Abrégé de l'Almageste,* de Geber, pensa qu'elles y signifiaient, comme dans les Traités d'Astrologie, les *aspects* ou élongations au Soleil de 120 et 60 degrés, et non les *octants;* et il annonça que M. Sédillot s'était fait illusion dans son interprétation de l'ouvrage d'Aboul-Wefâ.

» Indépendamment des preuves nombreuses données aussitôt par M. Sédillot de la signification des mots *trine* et *sextile* dans tous les ouvrages des astronomes, il pouvait suffire, pour montrer l'erreur de M. Munk, du moins relativement à Geber, de consulter son *Abrégé de l'Almageste,* traduit

(1) Je substitue le terme *épicycle* à l'expression *cercle de circonvolution* pour abréger la lecture.

au XIIe siècle par Gérard de Crémone, et édité en 1534, par Apian. Cet ouvrage existe même en Ms. (in-4°, n° 96) à la Bibliothèque de l'Arsenal; on y voit, quelques lignes au delà du passage cité par M. Munk, que Geber appliquait l'expression *trine* à 315°32', qui est bien un *octant*.

» Quant à la citation d'Israïli, il est probable qu'il en est de même; mais, au moins, on doit laisser cette citation absolument de côté, par les raisons suivantes :

» 1° Que M. Munk, qui a connu ma dissertation, que je lui avais fait remettre par M. Terquem, comme je l'ai dit alors (*Comptes rendus*, t. LIV, p. 1008), n'a point invoqué le texte d'Israïli comme étant différent en ce point de celui de Geber;

» 2° Qu'au contraire M. Munk avait dit qu'*il est évident que Geber et Israïli ont résumé le même chapitre de Ptolémée* (1);

» 3° Qu'en outre M. Munk ajoute qu'Aboul-Wefâ « n'a pas même eu » le mérite de *mesurer* son inégalité de 45 minutes, car Ptolémée dit lui-» même qu'elle est de 46 minutes, ce qu'Aboul-Wefâ rend par environ une » demie et un quart de degré (2). » Or ces 46 minutes de Ptolémée sont données par une observation faite dans le quatrième *octant*, où la distance de la Lune moyenne au Soleil vrai était 314°28' (et au Soleil moyen 315°32').

» Il faut donc renoncer à admettre que *trine* et *sextile* s'entendent des aspects de 120 et 60 degrés, dans l'ouvrage d'Aboul-Wefâ, au moins tant qu'on n'aura pas trouvé quelque autre exemple, à défaut de l'ouvrage d'Israïli, qu'il n'est plus permis d'invoquer, jusqu'à vérification de son texte.

« III. En effet, quand nous avons connu la marche de la Lune en longitude et sa marche en inégalité, et que nous avons considéré les moments où elle n'a pas d'inégalité sur l'épicycle, je veux dire les moments où la Lune est à l'apogée, ou au périgée de l'épicycle (car lorsqu'elle est dans ces endroits de l'épicycle, elle n'éprouve aucune inégalité de ces deux côtés, car son mouvement moyen autour du centre du monde est le seul qui existe alors); et, dans ces cas-là, lorsque la distance de la Lune au Soleil est telle que nous l'avons dit, nous avons trouvé à la Lune une troisième inégalité d'environ une moitié et un quart de degré, à peu près. »

» Aboul-Wefâ parle d'observations faites dans les temps où la Lune, se trouvant à l'apogée ou au périgée de l'épicycle, n'a pas d'anomalie, et où, par conséquent, ses deux premières inégalités sont nulles, mais où cependant la rectification de la prosneuse, c'est-à-dire la déviation de l'axe de

(1) *Comptes rendus*, t. XVII, p. 79; 1843.

(2) *Ibid.*, p. 80.

l'épicycle, cause une inégalité qui s'ajoute au mouvement moyen (mouvement du centre de l'épicycle). Aboul-Wefâ suppose en outre que l'élongation moyenne de la Lune au Soleil (élongation du centre de l'épicycle) est en trine ou en sextile, auquel cas l'inégalité, a-t-il dit dans la phrase précédente, atteint sa valeur maximum. Et c'est alors qu'il trouve, pour cette inégalité, 45 minutes environ. Ce sont donc ces 45 minutes qu'il faut ajouter à l'inégalité causée par la déviation de l'axe de l'épicycle.

» M. Biot veut au contraire que ces 45 minutes soient l'inégalité même exprimée par la déviation de l'axe de l'épicycle (*Journal des Savants*, p. 735; décembre 1863).

» Mais une considération bien simple et absolument irréfutable, car elle est exclusivement mathématique, s'oppose à ce système : c'est que l'inégalité exprimée par la déviation du diamètre de l'épicycle, quand la Lune se trouve à l'apogée ou au périgée, n'a point la même valeur dans les deux positions, et ne peut donc point être de 45 minutes dans les deux cas tout à la fois; car cette inégalité est l'angle sous lequel on voit l'arc décrit par l'apogée ou le périgée de l'épicycle dans la déviation de son diamètre, et cet angle est évidemment plus grand au périgée, qui est moins éloigné de la Terre, qu'à l'apogée. Aussi, dans les deux observations rapportées par Ptolémée, où la Lune, se trouvant à 45 degrés environ du Soleil, est à l'apogée de l'épicycle dans la première, et au périgée dans la seconde, cet angle est-il de 46 minutes dans la première et de 1°26′ dans la seconde.

» Ainsi le système de M. Biot, accepté par M. Bertrand, comme étant celui qui réduit au minimum les torts de l'astronome arabe (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 586 et 765; *Journal des Savants*, p. 472; 1871), est absolument inadmissible.

» Quant à celui que j'ai proposé, à savoir que les 45 minutes s'ajoutent à la correction de la prosneuse, il va se trouver démontré par certains passages du texte même d'Aboul-Wefâ, lesquels, en outre, protesteront, comme le passage dont il est question ici, contre le système contraire.

« IV. Le fait de ceci est que nous avons observé la Lune dans de tels moments, avec les instruments que nous avons mentionnés ci-dessus; et lorsque nous l'avons trouvée en réalité (par son lieu vrai) dans un des degrés du cercle du zodiaque, nous avons, par un calcul rectifié, en tenant compte des deux inégalités précédentes, obtenu sa place plus avancée ou moins avancée, d'environ une demie et un quart de degré. Et nous avons trouvé que cette inégalité est moindre que cette mesure, lorsque la distance de la Lune est plus petite ou plus grande qu'un sextile ou un trine.

» Et, par là, nous avons su que la Lune éprouve encore un accident, outre les deux dont la description a précédé. »

» Il est question, dans la première phrase, d'UN calcul rectifié : M. Sédillot dit : « par LE calcul, que nous avons corrigé par les deux anomalies ci-dessus décrites » (*Comptes rendus*, t. II, 1836, p. 204; *Matériaux*..., p. 47). Faut-il UN calcul, ou LE calcul? Vérification faite, l'article *al* se trouve dans le texte arabe. Il faut donc admettre cette légère modification du texte de M. Biot, et dire « le calcul ».

» Ainsi Aboul-Wefâ dit qu'il a observé la Lune quand elle se trouvait à l'apogée ou au périgée de l'épicycle, auquel cas les deux premières inégalités sont nulles; puis, qu'ayant cherché sa place *par le calcul rectifié en tenant compte des deux inégalités précédentes*, il l'a trouvée plus avancée ou moins avancée de 45 minutes.

» Il semble que *le calcul rectifié en tenant compte des deux premières inégalités* ne peut s'entendre que d'une chose dont il a déjà été question, et qu'il s'agit donc de la rectification des deux premières inégalités par la prosneuse, dont il a été parlé effectivement dans le sixième discours, comme je l'ai prouvé ci-dessus. Ainsi c'est à cette rectification qu'Aboul-Wefâ ajoute les 45' que lui indique l'observation. Voilà une seconde preuve en faveur du système que je défends. M. Bertrand a reconnu, même en admettant qu'il y eût *un* calcul, que mon interprétation était plausible, mais qu'elle n'avait aucun caractère de certitude (1). Peut-être que la nouvelle locution, LE calcul, pourra lui offrir au moins quelque degré de probabilité. Mais comme il a ajouté que l'interprétation était *en désaccord formel* avec ce qui précède et avec ce qui suit, dans le texte d'Aboul-Wefâ, je dois répondre, dès ce moment, à son raisonnement.

» L'interprétation, dit-il, est en désaccord formel « *avec ce qui précède*, » car le passage d'Aboul-Wefâ commence par le rappel des deux premières » inégalités qu'il fait connaître par leur grandeur et par la construction » qui les explique, et il n'est pas fait la plus légère allusion à la prosneuse. » Or je crois, au contraire, que ce silence d'Aboul-Wefâ, loin d'être en désaccord avec mon interprétation, la confirme. En effet, M. Bertrand paraît oublier ici d'abord que la marche d'Aboul-Wefâ, dans son exposition de la théorie lunaire, différait de celle de Ptolémée; puis, que c'est dans le sixième discours, consacré à l'exposition complète du système, qu'Aboul-Wefâ a dû parler de la prosneuse, et qu'il en a parlé effectivement, comme il le rappelle dans les dernières lignes de son chapitre X, où se trouvent ces mots : *par les voies que nous avons mentionnées à leurs places*. S'il n'en parle

(1) *Journal des Savants*, p. 468-469.

qu'après avoir fait intervenir sa troisième inégalité, c'est que la démonstration de la construction de la prosneuse se liait à cette troisième inégalité (ainsi que je l'ai dit dans notre dernière séance, p. 864), et ne pouvait donc venir qu'après qu'il en avait été question : ce qui est précisément mon système.

» Pour prouver que mon interprétation est en désaccord *avec ce qui suit* dans le texte d'Aboul-Wefâ, M. Bertrand rapporte une phrase d'Aboul-Wefâ. Eh bien, cette phrase, comme la précédente, va être une nouvelle preuve convaincante en faveur de mon système : on le verra dans le paragraphe suivant.

» Je dois ajouter auparavant que notre confrère propose une autre interprétation de ces mots, *un calcul rectifié*, qui lui paraît tout aussi vraisemblable que la mienne.

» Quand Aboul-Wefâ, dit-il avec raison, a observé la Lune à l'apogée ou au périgée de l'épicycle, elle n'était pas rigoureusement en ces points, mais *à peu près :* « les deux premières inégalités ne sont plus nulles alors, mais » petites seulement, et il a pu les calculer par *un calcul rectifié.* » (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 889; *Journal des Savants*, p. 469.) Maintenant il faudra dire par *le calcul rectifié*, et expliquer ce qu'on entend par *ce calcul;* mais je passe outre.

» J'admets certainement que, quand Aboul-Wefâ dit qu'il a observé la Lune à l'apogée ou au périgée de l'épicycle, elle n'était pas rigoureusement en ces points, car la chose eût été bien difficile à obtenir; et, d'ailleurs, ces observations de la Lune ne demandaient point une coïncidence absolue, ni même très-approchée. Des à peu près de position suffisaient pour donner des à peu près des inégalités qu'il s'agissait de reconnaître par l'observation, et qui, par le grand nombre d'observations possibles, conduisaient à un résultat satisfaisant; et même Ptolémée se contentait de peu d'observations.

» J'ajouterai que, Aboul-Wefâ eût-il fait les calculs que suppose M. Bertrand, il n'aurait point eu à en parler, ou au moins il l'aurait fait au sujet de la première inégalité; car ses observations de la Lune, dans les conjonctions et oppositions, ne se sont probablement pas faites aux moments précis où le centre de la Lune coïncidait rigoureusement avec le centre du Soleil : et de même de ses observations dans les quadratures.

» Ainsi l'objection ne paraît point acceptable. Et c'est bien la correction due à la prosneuse qu'Aboul-Wefâ appelle *le calcul rectifié*, et auquel il a dû ajouter 45 minutes environ pour satisfaire à l'observation.

» Je passe au paragraphe suivant d'Aboul-Wefâ.

« IV. Et cela ne peut avoir lieu ainsi qu'en vertu de la déviation du diamètre de l'épicycle, du mohadzat du point autour duquel s'opère le mouvement égal, je veux dire le centre du cercle du zodiaque : car, lorsque le diamètre de l'épicycle se détourne du point autour duquel s'opère le mouvement égal, il survient à la Lune une inégalité dans le cercle du zodiaque; et cela parce que l'apogée de l'épicycle change, et que la ligne menée du centre du cercle du zodiaque au centre de l'épicycle ne passe pas à l'endroit où elle passait dans les temps où le centre de l'épicycle est aux deux distances opposées (extrêmes) de l'excentrique; et la distance de la Lune à l'apogée de l'épicycle est changée. Car nous avons fait commencer le mouvement de la Lune, dans son épicycle, à l'apogée, lorsque son centre se trouve aux deux distances opposées (extrêmes) de l'excentrique. »

» Ces mots : *Et cela ne peut avoir lieu qu'en vertu* (ou par l'effet) *de la déviation du diamètre du cercle de circonvolution*..., ces mots, dis-je, me paraissent offrir une nouvelle preuve de l'exactitude de la solution que j'ai proposée; car Aboul-Wefâ dit ici la cause de la troisième inégalité, savoir, qu'elle est l'effet ou qu'elle provient du *mohadzat*, c'est-à-dire de la déviation du diamètre de l'épicycle, déviation qui, ne satisfaisant pas aux observations, exige l'adjonction d'une troisième inégalité. Voilà pourquoi Aboul-Wefâ a appelé cette inégalité l'*inégalité du mohadzat*, comme nous l'avons dit précédemment.

» Cette inégalité étant admise, Aboul-Wefâ va en conclure, comme se trouvant ainsi démontrée, la construction de la prosneuse donnée par Ptolémée. C'est le sujet de sa phrase finale, que voici :

« VI. En considérant ce que nous venons de dire, et faisant sortir ce point par les voies que nous avons mentionnées à leurs places, nous avons trouvé sa distance au centre du monde du côté du périgée de l'excentrique (faisant partie) de la ligne qui passe par les centres, égale à la distance du centre du cercle du zodiaque au centre de l'excentrique. Et nous expliquerons les observations par lesquelles nous avons reconnu cette inégalité, lorsque nous exposerons les inégalités spéciales des différents astres. »

» Toute cette partie de l'ouvrage, annoncée par les derniers mots d'Aboul-Wefâ, manque dans le manuscrit.

» On reconnaîtra, j'ose l'espérer, que tous les passages du texte d'Aboul-Wefâ deviennent clairs, dans l'ordre même où ils se succèdent, et n'impliquent aucune contradiction, ainsi que je l'avais annoncé, et qu'au contraire la plupart offrent une protestation irréfragable contre le système qui avait été proposé, et dont je rappellerai simplement ces deux points : que *trine* et *sextile* devaient s'y entendre des aspects de 120 et 60 degrés, et non des octants; et qu'Aboul-Wefâ, si renommé comme géomètre, algébriste,

astronome observateur et calculateur, auteur particulièrement de découvertes contenues dans la première partie de l'ouvrage même dont il s'agit, et mentionnées avec éloges par M. Delambre, n'aurait été cependant qu'un ignorant, qui, n'ayant qu'une compréhension imparfaite du sujet, aurait pris 45 minutes environ comme maximum constant de l'inégalité qu'il décrit, en présence des deux valeurs 46 minutes et $1^{\circ}26'$ qu'elle atteint dans les deux observations d'Hipparque dont s'est servi Ptolémée. »

M. **Bertrand** répond :

« La discussion me paraît terminée; la dernière Note de M. Chasles la réduit à des termes tellement simples, que chacun, pouvant juger par lui-même, n'a plus besoin d'explications ni de commentaires.

» Mon illustre contradicteur signale, en effet, un passage très-important, suivant moi, sur lequel n'existe entre nous aucun désaccord, et qui d'ailleurs, dans le cours de cette longue discussion, a été compris de la même manière par tous ceux qui, suffisamment attentifs, ont consenti à lire jusqu'au bout les quatre pages qu'ils voulaient juger. Je veux parler de l'identité des dernières lignes du manuscrit arabe avec la description de l'inégalité signalée par Ptolémée et habituellement nommée la *prosneuse*.

» M. Chasles, en reconnaissant cette identité, ne change pas pour cela d'opinion; les dernières lignes, pour lui, représentent la *prosneuse*, mais les premières contiennent la découverte de la variation.

» Sans reproduire ici les arguments qui, par le seul examen du texte, me font penser que la troisième inégalité d'Aboul-Wefâ n'est autre chose que la *prosneuse*, je rapporterai, pour que chacun en puisse juger, la phrase qui sert de transition entre les deux parties du manuscrit qui, suivant M. Chasles, se rapporteraient à des inégalités différentes :

« D'après cela (dit Aboul-Wefâ, traduction de M. Sédillot), nous avons reconnu qu'elle existe (la troisième inégalité), indépendamment des deux autres précédemment décrites; *or cela ne peut avoir lieu* que par l'effet d'une déclinaison du diamètre de l'épicycle, etc. »

» Et, sans contestation, ce qui suit est la description exacte et complète de la *prosneuse*.

» Je me suis borné à souligner les mots sur lesquels je désire appeler l'attention : je ne saurais ni les interpréter de deux manières, ni les commenter sans les affaiblir. »

Sur la proposition de M. le Secrétaire perpétuel, l'Académie décide que le texte original d'Aboul-Wefâ, sur lequel porte la discussion actuelle, sera inséré aux *Comptes rendus*. Voici ce texte :

الفصل العاشر فى الاختلاف الثالث الذى يوجد للقمر المسمّى اختلاف المحاذاة و
ايضا لما عرفنا الاختلافين اللذين قدمنا ذكرهما و جعلنا احدهما على جهة فلك
التدوير و هو الاختلاف الاول الذى كنّا نجده ابدا عند الاجتماعات و الاستقبالات
و عرفنا مقداره بالارصاد المتوالية وجدناه لا يزيد فى مثل هذه الاوقات على خمسة
اجزا بالتقريب و انه ينتقص عن هذا المقدار فى اوقات و ربما لم يكن اصلا ثم
وجدنا هذا الاختلاف يزيد فى غير اوقات الاجتماعات و الاستقبالات و اكثر ما
وجدنا زيادته اذا كان القمر من الشمس على نحو من تربيع و انه يبلغ فى مثل
هذه الاوقات نحو جزين و ثلثين بالتقريب و ربما ينقص عن هذا و ربما لم يكن
اصلا و جعلنا هذا العرض له على جهة الفلك الخارج المركز وجدنا ايضا بعد ان
عرفنا مقدار هذين الاختلافين و مقدار خروج مركز الفلك الخارج المركز عن مركز
فلك البروج اختلافا ثالثا يعرض له فى الاوقات التى يكون مركز فلك التدوير
فيها بين البعد الابعد والبعد الاقرب من فلك الخارج المركز و اكثر ذلك
يكون اذا كان القمر على نحو تثليث من الشمس او تسديس و لم نجده يعرض
عند الاجتماعات و المقابلات و فى اوقات التربيعات فانا لما عرفنا مشى القمر فى
الطول و مشيه فى الاختلاف و تاملنا الاوقات التى لا يكون له من جهة التدوير
اختلاف اعنى الاوقات التى يكون القمر فيها عند البعدين المختلفين من فلك
التدوير فان القمر اذا كان فى هذين الموضعين من فلك التدوير لم يعرض له من
الجهتين جميعا اختلاف فان حركته المستوية انما هى حول مركز العالم و اذا كان
البعد عند هذا بينه و بين الشمس المقدار الذى ذكرنا وجدنا له اختلافا ثالثا نحوا
من نصف و ربع درجة بالتقريب و ذلك انا رصدنا القمر فى امثال هذه الاوقات
فاذا وجدناه فى جزء من اجزا فلك البروج بالحقيقة وجدنا موضعه بالحساب
الذى صححناه بالاختلافين اللذين قدمنا ذكرهما فى اكثر من ذلك الموضع او اقل
منه بنحو من نصف و ربع جزء و وجدنا هذا الاختلاف ينقص عن هذا المقدار اذا
كان بعد القمر عن الشمس اقل او اكثر من تسديس او تثليث فعند ذلك علمنا
ان له عارضا اخر سوى العارضين اللذين نقدم ذكرهما و ليس ممكن ان يكون
ذلك الا من جهة انحراف قطر فلك التدوير عن محاذاة النقطة التى حولها
تكون المستوية اعنى مركز فلك البروج فان قطر فلك التدوير اذا كان منحرفا
عن النقطة التى حولها تكون الحركة المستوية عرض القمر اختلاف فى فلك البروج

و ذلك لان البعد الابعد من فلك التدوير يتغيّر و لا يمرّ الخط الخارج من مركز فلك البروج الى مركز فلك التدوير بالموضع الذى كان يمرّ به فى الاوقات التى يكون فيها مركز فلك التدوير على البعدين المختلفين من الفلك الخارج المركز و يتغيّر بعد القمر عن البعد الابعد من فلك التدوير فانا قد جعلنا ابدا حركة القمر فى فلك تدوير من البعد الابعد اذا كان مركزه على البعدين المختلفين من الفلك الخارج المركز فلما تاملنا ما ذكرنا و استخرجنا تلك النقطة وجدنا بعدها عن مركز العالم الى ناحيه البعد الاقرب من الفلك الخارج المركز من الخط المارّ بالمركز مساويا للبعد الذى بين مركز فلك البروج و مركز الفلك الخرج المركز؛

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la théorie des taches solaires; réponse à M.* Faye. Lettres du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 1er avril 1873.

» Des occupations nombreuses m'ont empêché jusqu'ici de répondre aux remarques que M. Faye a bien voulu faire, dans la séance du 10 mars dernier, sur la théorie que j'ai proposée pour l'explication des taches. Je n'ai pas l'intention de prolonger davantage la discussion, mais seulement de rectifier les idées que M. Faye m'attribue, dans l'exposé qu'il fait de ma théorie; il me semble que, dans son résumé, il n'a pas rendu exactement ma pensée.

» A la page 594, ligne 1re, M. Faye dit :

« Naguère le P. Secchi attribuait les taches à des éruptions dont l'ouverture desdites taches formait le cratère; aujourd'hui, c'est des facules qu'il fait jaillir ces mêmes éruptions. »

» Ce n'est pas *aujourd'hui* que j'ai prouvé que les facules sont le siége d'éruptions; c'est depuis que le spectroscope nous a appris à les voir, et non plus seulement à les conjecturer, comme on le faisait avant cette admirable invention. Depuis 1869, j'ai constaté, comme un fait certain, que toutes les fois qu'une facule vive brille sur le bord du Soleil, on trouve en ce même point une éruption. A cette coïncidence on a objecté que, inversement, on peut apercevoir des éruptions sans facules : la distinction entre les éruptions métalliques et hydrogéniques est venue résoudre ces difficultés. M. Faye dit que *je fais jaillir :* cette expression semblerait indiquer qu'il y a là une hypothèse de ma part, tandis que c'est là un simple fait d'observation, relié à cet autre, bien connu dès les temps anciens, que l'apparition des facules vives est suivie de la production de taches. J'ajou-

terai encore que M. Faye parle ici comme si j'avais dit que les éruptions se font *seulement sur les facules*. Je prie l'illustre astronome de relire ma Note : à la page 523, ligne 11, il trouvera la déclaration suivante :

« Cependant je ne refuse pas d'admettre que, dans un grand nombre de cas, la tache peut bien rester précisément sur le centre même d'éruption. Telle est l'opinion de M. Tacchini et celle que j'avais admise moi-même d'abord; mais j'ai vu ensuite que, dans plusieurs cas, elle n'est pas d'accord avec l'observation. »

» Mon opinion n'est donc pas aussi exclusive que le dit M. Faye, et elle ne pouvait pas l'être; j'ai constaté bien souvent des éruptions dans les taches elles-mêmes. J'ai insisté encore sur ce fait, que les grandes paraboles ne sont pas nécessaires pour constituer une éruption, et alors naturellement les produits de l'éruption doivent rester sur la place même où a lieu l'émission.

» M. Faye continue :

« Les taches ne sont plus que le réceptacle des produits trop lourds pour être entraînés par l'hydrogène au-dessus de la chromosphère. »

» Ce n'est pas là l'expression exacte de ma pensée : les taches sont bien, selon moi, dues à des amas de vapeurs émises par éruption et refroidies; mais je n'ai pas dit que l'hydrogène ne pouvait les entraîner, ni qu'elles ne pouvaient dépasser la chromosphère. Comment aurais-je pu le penser, ayant vu le magnésium et le sodium élevés jusqu'à une et quelquefois deux minutes? Habituellement même, dans les masses vives, on les voit dépasser considérablement la chromosphère. Je n'ai pas davantage considéré l'hydrogène comme étant le véhicule des autres vapeurs : j'ai dit seulement que les vapeurs métalliques sortent mêlées à l'hydrogène, mais je crois qu'elles pourraient également sortir par leur propre force, et sans l'aide de ce gaz.

» M. Faye cherche ensuite à me mettre en opposition avec M. Tacchini, et à en tirer la conclusion que ma théorie est fausse. J'avais moi-même signalé la divergence qui existe entre M. Tacchini et moi, et cela longtemps avant ma Communication; mais cette divergence ne porte que sur des questions secondaires. Nous nous accordons à penser que l'origine des taches doit être cherchée dans les éruptions en général; et j'avoue que je ne comprends pas ce que dit M. Faye a ce sujet. Du reste, les Membres de la Société spectroscopique ne sont nullement solidaires des opinions individuelles des autres; chacun émet les siennes; quant à moi, je n'aurai aucune difficulté à changer d'opinion devant l'évidence des faits.

» M. Faye continue :

« On sait que les émissions hydrogénées qui traversent la chromosphère répondent à des facules et non aux taches. »

» Si cette phrase exprime une règle générale, de laquelle il ne résulte pas que des émissions hydrogénées ne puissent se produire dans les taches elles-mêmes, je l'admets; sinon je la repousse. Dans plusieurs des dessins imprimés dans les *Comptes rendus*, on voit manifestement des éruptions hydrogénées dans l'intérieur des taches, et je n'ai jamais cessé d'insister sur ce point.

» M. Faye conclut ensuite que, dans ma théorie, « ce seront les facules et non les taches qui seront les cratères. » Ici je crois qu'il est bien nécessaire d'expliquer ce qu'on entend par cratère, dans le Soleil : c'est là une expression dont on a beaucoup usé, et même abusé. Nous savons très-bien ce qui constitue un cratère volcanique terrestre, et il faut bien avouer que nous ne savons nullement encore ce que c'est qu'un cratère dans le Soleil. C'est seulement d'après certaines analogies que présentent les formes des taches avec les cratères terrestres et lunaires, que nous parlons des cratères solaires. Si, par cratère, on entend l'ouverture qui livre passage aux gaz incandescents, j'admets qu'il peut s'en trouver dans les facules et quelquefois aussi dans la partie sombre de la tache; mais je ne saurais comprendre dans le Soleil un véritable cratère à bords solides. Ce que l'on a appelé cratère, dans le Soleil, est cette masse obscure, enfoncée dans la photosphère, qui présente l'effet d'une cavité, et qui se trouve environnée d'une auréole brillante et ramifiée de facules; mais une telle apparence peut bien résulter d'une tout autre structure physique que d'un vaste orifice, à parois relevées. Le spectroscope nous a appris que la partie sombre est formée de vapeurs absorbantes, et que la partie plus claire est formée par des jets d'hydrogène et souvent d'autres métaux, qui dépassent souvent la couche plus basse, absorbante, des vapeurs qui enveloppent l'astre. Alors, la question de savoir où est le cratère n'a plus de véritable sens. Ce qui présente un sens précis, c'est la fixation du point qui est le siége des émissions de gaz; et l'observation nous apprend que ce siége est *principalement* dans les facules, mais qu'il peut aussi se trouver dans la région sombre. La région éruptive est habituellement bien plus étendue que la masse noire produite : nous voyons, sur le bord solaire, des étendues d'éruption occupant 10 à 12 degrés quelquefois; mais les masses obscures sont incomparablement moins étendues : il n'est donc pas possible de limiter l'éruption à la région noire.

» Cela expliqué, la critique de M. Faye n'a plus de portée. M. Faye

insiste sur la comparaison que j'ai faite, avec *plusieurs jets versant dans un bassin*, et le lecteur pourrait être induit en erreur, en pensant que j'ai représenté par cette comparaison une forme caractéristique et nécessaire de la formation de la tache. Il n'en est rien; cette comparaison me fut suggérée par l'éruption du 7 février, dans laquelle plusieurs jets étaient en effet convergents et retombaient ensemble, et dans laquelle on vit paraître la tache, le jour suivant, à la latitude de leur milieu; ce fait se reproduit trop souvent pour qu'on puisse le croire accidentel, mais je ne le regarde pas comme constant, et l'on a un grand nombre d'exemples contraires, de jets divergents. Mais ce qui arrive *toujours*, c'est que, après une grande éruption métallique, la tache apparaît, et cela que les jets soient verticaux ou non. D'ailleurs il est facile de comprendre que, là où un grand nombre de bouches rejettent des gaz métalliques, il se forme au milieu de ces jets une masse plus sombre, occupant une région plus ou moins centrale, et produisant une couche absorbante plus sensible : cela n'implique en rien l'hypothèse d'ouvertures disposées en rond autour d'un bassin.

» Après avoir ainsi rectifié l'exposition de ma théorie, faite par M. Faye, il me sera plus facile de m'expliquer sur ses critiques. M. Faye remarque que cette théorie lui paraît tenir un peu de toutes les autres qui ont été émises avant moi. Je dirai que je serais heureux d'arriver à un pareil résultat, car les savants qui ont proposé ces théories ont toujours raisonné d'après quelque fait *vrai*, mais *incomplet*, en sorte que la vérité se trouvera dans la théorie qui expliquera la partie vraie et la complétera; seulement je dois repousser l'assertiou que ma théorie comprend les masses *qui se soudent l'une à l'autre*. Cette soudure est absurde dans un milieu gazeux tel que je le conçois; mais il est facile de comprendre la réunion en une seule, de plusieurs masses gazeuses flottant dans la photosphère. Cette réunion est un phénomène observé, et non imaginé. Sur la fin de l'année dernière, nous avons eu un grand nombre de taches très-grandes, formées par un nombre plus grand de taches très-petites; nous avons vu ces amas se réunir en quelques centres principaux, et former ainsi une masse unique et une tache nucléaire.

» M. Faye, à la page 596, ligne 7, me reproche, avec les autres auteurs, d'avoir formulé ma théorie en vue du fait unique de la noirceur des taches. Que M. Faye me permette de lui exposer l'ordre des idées suivies par moi. Ma pensée a été de mettre d'accord deux faits bien constatés : 1° l'existence des éruptions; 2° l'apparition immédiate des taches. J'ai été frappé de la coïncidence de ces deux faits. J'ai, de plus, remarqué que les métaux

dont on voit les spectres renversés et dilatés dans les taches sont les mêmes que ceux qu'on distingue ordinairement dans les éruptions. Il n'y a pas de raison pour admettre que ces éruptions aient lieu seulement au bord : elles doivent avoir lieu également au milieu du disque ; ce sont donc les mêmes métaux en vapeurs, qui brillent *directement* au bord, et que nous voyons apparaître au milieu du disque sur les taches comme masses *absorbantes*. L'un et l'autre de ces faits sont incontestables, et la théorie de leur interprétation est admise par les physiciens. Je n'ai donc pas eu en vue seulement d'expliquer la partie noire des taches, et l'on ne peut pas surtout dire que j'aie fait *appel à l'imagination*, comme l'écrit M. Faye (page 596, ligne 10). Le raisonnement que suppose M. Faye n'a jamais été fait par moi.

« Les taches sont noires (dit-il); ce fait lui a suggéré (au P. Secchi) l'hypothèse que les produits des éruptions solaires retombent sur la surface solaire. »

» Ce n'est pas une hypothèse que de voir les éruptions; ce n'est pas une hypothèse que de reconnaître une absorption spéciale dans les taches; et le renversement des spectres n'est pas non plus une hypothèse. Je sais bien que M. Faye rejette les éruptions, mais s'il veut prendre la peine de recourir à de bons instruments et avoir la patience de chercher ces phénomènes, il les verra sans doute comme tous les autres. En prenant la généralité des phénomènes, il verra que ces éruptions ne pourront pas donner, comme il le prétend, des couronnes obscures autour du jet au lieu de couronnes brillantes. Je ne m'arrêterai donc pas à réfuter cette conclusion; elle est fondée sur l'idée du cratère tel qu'on le conçoit sur la Terre, et j'ai déjà dit quelle différence il y a entre ces cratères et les taches.

» M. Faye continue à exposer un grand nombre d'hypothèses subsidiaires que je dois (selon lui) imaginer, pour expliquer chaque fait différent.

« Le P. Secchi, dit-il, admet gratuitement que les jets éruptifs sortent obliquement et vont verser au loin leurs produits en un même lieu, et que, s'il y a plusieurs centres d'éruption, leurs jets convergent vers une région centrale. »

» Je prie d'abord M. Faye d'effacer ce mot malheureux, *gratuitement*. Je n'oserais jamais imposer au public savant des dessins imaginaires, ni faire voir dans ma lunette des figures de lanterne magique. L'inclinaison des jets est un fait; il ne peut être nié que par les savants qui n'ont point observé. Quant à la convergence des jets en un même lieu, je me suis suffisamment expliqué sur ce point : la convergence n'est pas plus gratuite que

l'inclinaison; mais, je le répète, je suis loin d'admettre ce fait comme constant et nécessaire. Je répète (et il faut bien le répéter) que ces jets élevés, qui frappent les yeux, ne se produisent pas toujours, et que l'éruption peut se borner souvent, surtout dans les dernières phases, à un soulèvement modéré de vapeurs.

» M. Faye continue :

« Il admet que les produits accumulés des éruptions se régularisent d'eux-mêmes et prennent la forme circulaire. »

» Cette assertion n'est pas non plus gratuite, ni imaginaire : c'est le résultat des observations. Quiconque a observé les taches sait que, lorsqu'elles se forment rapidement, elles sont irrégulières, et que la forme ronde ne vient qu'ensuite, lorsque la tache est entrée dans une période de calme relatif. Ce changement de forme serait difficile à comprendre, si les taches étaient des scories solides; mais si ce sont des masses vaporeuses, il est bien facile de comprendre que l'invasion de la photosphère dans cette masse obscure doit effacer d'abord les parties plus légères et anguleuses, et arrondir ainsi l'ensemble de la masse. L'éruption, tumultueuse au commencement, peut se régulariser par un orifice déterminé, comme il arrive dans nos volcans eux-mêmes. Tout cela est bien simple et n'exige aucune hypothèse nouvelle.

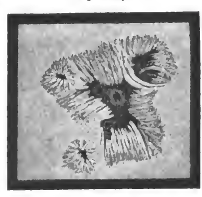
» M. Faye ajoute :

« Il ne dit rien des contours tranchés et concentriques des taches, qu'il lui est impossible de rattacher à ses éruptions. »

» Je ne demanderai pas à M. Faye de rattacher ces particularités à ses tourbillons : je dirai seulement que, si je ne suis pas entré dans ces détails, c'est parce que j'en ai dit assez dans mon Livre *le Soleil*. Les amas obscurs de vapeurs sont ici ceux-là mêmes que j'avais supposés alors; l'envahissement des courants photosphériques dans ces masses, qu'on voit et qu'on n'imagine pas, est le même : on n'a donc point à faire d'hypothèse nouvelle. C'était seulement sur l'origine de ces masses obscures que notre attention devait être maintenant dirigée : une fois l'origine trouvée (dans les éruptions), le reste s'ensuivait comme je l'ai expliqué ailleurs. J'ai dit aussi que ces cavités n'étaient pas vides, mais qu'elles étaient remplies de vapeurs absorbantes; il n'y a donc pas lieu de revenir sur ce point. Du reste, je suis étonné que M. Faye parle encore de contours concentriques du noyau et des taches, après que j'ai si clairement fait voir combien ce parallélisme est peu constant. J'ajouterai encore que les courants qui envahissent le noyau sont bien loin d'être *toujours* dirigés vers le centre : ces courants

sont plutôt perpendiculaires aux bords de la tache, comme le prouve le dessin ci-joint, et où l'on voit même que les systèmes se croisent : je laisse à M. Faye le soin de faire accorder cette figure avec celle des tourbillons.


Tache solaire, en forme de tourbillon, observée au Collège Romain, le 6 mai 1857, à 11 heures du matin.



Tache solaire observée au Collège Romain, le 9 avril 1870.

Il est donc bien facile de rattacher tout cela aux éruptions du Soleil convenablement interprétées.

» Enfin M. Faye dit :

« Le P. Secchi suppose que, après l'éruption, les produits de ladite éruption peuvent reposer longtemps sur la surface et même s'y enfoncer sans se réchauffer. »

» Ce n'est là nullement la conséquence de ce que j'ai dit : je n'ai dit nulle part qu'une masse puisse rester longtemps ainsi, et, pour déduire cette conséquence de mon hypothèse, il faudrait admettre que toute éruption consiste en une simple bouffée de vapeur, et qu'elle cesse aussitôt qu'elle a commencé. Je n'ai rien supposé ni dit de pareil; au contraire, j'admets que ces éruptions continuent longtemps, et ce sont elles qui entretiennent la tache avec plus ou moins d'activité. C'est probablement là l'explication d'un fait constaté, savoir le renouvellement des taches avec des déplacements, surtout dans les premières phases. Il peut bien arriver que la masse sombre, due à la première et à la plus vive éruption, se déplace, soit qu'elle soit transportée par les vents, soit qu'elle se rassemble seulement au-dessus de l'orifice principal, qui peut continuer à émettre plu-

sieurs jours ou plusieurs mois. Je dis que tout cela n'est pas surprenant; mais je ne prétends pas expliquer tous ces détails. Mon but est de démontrer que, en reliant ensemble les éruptions et les taches, je n'ai point fait *appel à l'imagination*, ni apporté des faits *gratuits* devant l'Académie. »

« Rome, 7 avril 1873.

» Dans ma Communication précédente, j'ai signalé les faits assez constants d'après lesquels je considère les taches solaires comme dépendant des éruptions. Pour que l'Académie puisse apprécier la fréquence du rapport qui existe entre elles, j'ai cru nécessaire d'examiner avec soin tous les dessins des taches et des protubérances que j'ai faits dans les deux précédentes années, et avant même que j'eusse soupçonné cette connexion. Je sais bien qu'on a opposé une espèce de fin de non-recevoir aux dessins, et qu'on voudrait des photographies; mais c'est là une exigence qui me paraît excessive, car la photographie ne peut reproduire tous les détails que l'œil saisit : pour les protubérances, il y a là encore un *desideratum*, au point de vue pratique; je dirai même que ces objections me semblent injurieuses pour les observateurs, que l'on paraît croire capables de falsifier leurs dessins pour les mettre d'accord avec une théorie! Enfin je crois devoir avertir que, lorsque je fais le dessin des protubérances, je couvre toute la figure des taches avec la plaque du cercle de position, de sorte que je ne puis rien voir du dessin; c'est seulement lorsque tout est achevé, que l'on fait les remarques nécessaires et les comparaisons.

» En discutant les deux années d'observation 1871 et 1872, je trouve le résultat suivant :

	1871.	1872.
Nombre des groupes des taches	300	292
Éruptions au-dessus des taches	209	150
Éruptions métalliques en dehors des taches et en dehors des facules	0	0

» Ainsi nous voyons que, en 1871, les deux tiers des taches ont été accompagnés d'éruptions; en 1872, environ la moitié. La différence entre 1871 et 1872 tient à deux causes : 1° on n'avait pas encore appris à bien distinguer les éruptions métalliques, des éruptions d'hydrogène seul; 2° ces taches ont été plus grandes en 1871 qu'en 1872. Quant à la réduction du nombre à la moitié, cela doit nécessairement tenir à diverses causes : 1° à ce

que toutes les taches n'arrivent pas au bord, mais se forment et se dissolvent au milieu du disque; 2° à ce qu'on ne peut pas observer l'entrée et la sortie de toutes les taches, à cause du mauvais temps. Cette circonstance a une grande influence; car, pour avoir une observation concluante, il faut deux jours d'observation consécutifs : l'un, pour l'éruption, lorsque la tache est au bord, position dans laquelle elle reste invisible, et l'autre pour s'assurer de la présence de la tache. Ainsi donc le chiffre d'une moitié des taches se présentant accompagnées d'éruption est très-significatif. Il est bien entendu que nous n'avons pas borné notre statistique aux seules protubérances à jets paraboliques très-élevés, car ces jets sont rares, et, comme ils sont intermittents, c'est presque un hasard que de les voir. Notre chiffre renferme toutes ces éruptions basses et vives, munies surtout de petites pointes brillantes, que l'expérience prouve contenir des métaux autres que l'hydrogène. »

ASTRONOMIE. — *Réponse au P.* Secchi *et à M.* Vicaire; par M. FAYE.

« Je ne puis répondre ici, et encore sera-ce de souvenir, qu'à quelques traits de ces deux lettres dont nous venons d'entendre la lecture : il me faut ajourner à trois ou quatre mois l'examen plus complet de ces critiques. Mais comme le P. Secchi se montre très-offensé d'un terme que j'ai employé pour caractériser sa nouvelle doctrine sur les taches solaires, j'ai tenu à prendre la parole dans cette séance même, d'abord pour retirer le mot qui le choque, ensuite pour mieux expliquer la pensée que j'avais voulu exprimer, pensée qui certainement n'avait rien d'offensant pour notre éminent Correspondant. Voici la phrase incriminée :

« Or ces assertions ne se rattachent pas à l'hypothèse première; ce sont autant d'hypothèses nouvelles, autant d'assertions gratuites qu'il faut y joindre afin d'expliquer les moindres faits. »

» Ce mot d'assertion gratuite n'a pas en science le caractère malveillant qu'il prendrait dans la bouche d'un plaideur, d'un juge ou d'un casuiste. L'histoire de la science est pleine d'assertions gratuites que les hommes les plus illustres se sont permises pour tenter d'expliquer les faits. Or, en examinant les diverses doctrines qu'ils ont ainsi léguées à l'Astronomie, j'y trouve un caractère propre à distinguer immédiatement celles qui ont de l'avenir de celles qui n'en ont pas. Elles débutent toutes par quelque hy-

pothèse plus ou moins gratuite, ou qui, en tout cas, paraît telle tout d'abord aux contemporains. Mais elles se distinguent, à mon gré, en ceci, que les unes se contentent de l'hypothèse première, tandis que les autres sont forcées, à chaque fait nouveau qu'il s'agit d'expliquer, de faire intervenir une supposition nouvelle tout aussi arbitraire, j'allais dire tout aussi gratuite que la première. Il suffit de comparer sous ce rapport la doctrine des cercles déférents et des épicycles avec celle de l'attraction, ou bien la doctrine de l'émission avec celle des ondulations, pour saisir cette distinction. Afin de rester dans mon sujet, je me bornerai à appliquer le criterium précédent à la théorie des éruptions solaires et à celle des cyclones.

» Tout le monde m'accordera, sauf M. Vicaire peut-être, que l'idée d'un noyau solide ou liquide, obscur et froid, dans le Soleil, constitue une hypothèse arbitraire ou gratuite. Que celle des éruptions gazeuses parties de ce noyau est une seconde hypothèse tout aussi arbitraire. Si du moins on pouvait s'en tenir là! Mais, pour expliquer la pénombre des taches, il a fallu imaginer une enveloppe interne, située au-dessous de la photosphère; pour expliquer le noyau noir de Dawes, il en faudrait encore une; pour rendre compte des mouvements oscillatoires des taches, il faudrait faire partir les éruptions de couches différentes du noyau, ayant chacune des mouvements particuliers; bref, à chaque fait nouveau, il faut appeler à son aide quelque supposition nouvelle. D'après mon critérium, une telle doctrine n'est pas viable; on peut s'épargner la peine de la discuter en détail.

» Que M. Vicaire y joigne une notion très-ingénieuse en assimilant le noyau liquide à ces masses sphéroïdales que les expériences de M. Boutigny ont rendues célèbres, soit, ce sera une assertion arbitraire de plus; qu'il substitue des explosions à des éruptions peu compréhensibles, soit encore; mais, toujours armé de mon critérium, je serai conduit à repousser la théorie herschelienne, même sous cette forme nouvelle que M. Vicaire veut lui donner.

» Que le P. Secchi, conservant les éruptions, mais rejetant le noyau, attribue les taches aux déjections qu'elles accumulent çà et là, suivant lui, sur la photosphère; que ces déjections refroidies nagent au sein de la surface incandescente sans se réchauffer et prennent peu à peu, on ne saurait dire pourquoi, la figure circulaire, afin de ressembler aux taches: j'applique encore mon critérium, et voyant que je serai forcé d'ajouter de nouvelles hy-

pothèses à ce premier échafaudage pour expliquer les moindres faits, je ne pourrai m'empêcher de condamner cette tentative, tout en rendant justice, ainsi que je l'ai fait bien souvent devant l'Académie, aux belles observations que nous devons au P. Secchi.

» Ne nous étonnons donc pas si rien, dans ces théories arbitraires, ne suggère la moindre idée d'un lien quelconque entre les phénomènes les plus considérables, les plus frappants, tels que l'alimentation incessante de cette photosphère, sa rotation caractéristique, les lents mouvements propres si réguliers des taches, leur durée parfois si longue, leur étrange faculté de multiplication, leurs relations avec la chromosphère, etc., etc. Et pourtant on sent bien qu'au fond toutes ces merveilles sont solidaires et doivent tenir à la mécanique intérieure de ce grand corps.

» Voyez au contraire la théorie des cyclones solaires.

» Elle part, non d'une supposition gratuite (éruptions, scories, nuages, déjections, vents alizés, etc.), mais d'un fait capital et caractéristique, la rotation de la photosphère ainsi formulée :

» Vitesse angulaire diurne sur le parallèle $\lambda = 857',6 - 157',3 \sin^2 \lambda$.

» En d'autres termes, les filets successifs et contigus de cette énorme masse fluide ont des vitesses différentes, vitesses décroissant régulièrement, progressivement de l'équateur aux pôles (1), à tel point que sur les deux parallèles nord et sud de 39 degrés la rotation superficielle est de deux jours pleins plus lente qu'à l'équateur !

» De cette inégalité de vitesse d'un parallèle à l'autre doivent résulter des tourbillonnements incessants. Tous les travaux sur la mécanique des fluides dont on entretenait ces jours-ci l'Académie aboutissent à cette conclusion qui semble jouer dans ces savants Mémoires un rôle prépondérant. Ce n'est pas là, je pense, une hypothèse gratuite : c'est une conséquence tirée des faits.

» Mais s'il se produit partout sur le Soleil, comme dans nos cours d'eau et dans notre atmosphère, des mouvements gyratoires grands ou petits (2), ces tourbillons devront être verticaux, ronds, en entonnoir; ils devront suivre les courants de la photosphère sans s'y déformer sous l'action de leurs vitesses inégales, alimentés au contraire par cette inégalité; enfin ils

(1) Diminution constatée sur les deux hémisphères depuis l'équateur jusqu'au 50e degré.

(2) Le P. Secchi nous envoie deux figures de taches observées par lui : l'une présente une gyration violente; l'autre n'en accuse pas de traces. Je prie le lecteur de se repor-

devront appeler vers le bas quelque peu des matériaux puisés dans la couche supérieure à celle où débouche leur orifice.

» Je n'invente rien, je n'avance rien de gratuit; je ne fais pas appel à l'imagination, cette mauvaise conseillère des hommes de science; ce sont là les caractères de nos tourbillons, et il se trouve que ce sont précisément là les caractères des taches solaires. Il suffit donc, pour que l'identification soit irrécusable, que les tourbillons ainsi engendrés (et je ne vois pas comment il se pourrait faire qu'il n'en existât pas sur le Soleil) répondent également aux dimensions imperceptibles des pores innombrables et aux dimensions colossales des taches si clair-semées. Or c'est ce qui a lieu sous nos yeux, dans une masse fluide considérable, celle de notre propre atmosphère : seulement nos pores sont des trombes ou des tourbillons, et nos taches sont des cyclones, phénomènes identiques sous des noms différents.

» Continuez dans cette voie, et vous verrez l'assimilation devenir encore plus étroite sans qu'il soit besoin de recourir au commode artifice des hypothèses, à la seule condition de tenir compte des régions différentes qu'occupent la photosphère du Soleil et l'atmosphère de notre globe dans l'échelle ascendante des températures. Alors vous vous expliquez simplement, naturellement, par les lois ordinaires de la Mécanique et sans hypothèses, toutes les allures des taches, leurs facules, leurs relations avec la chromosphère et jusqu'aux dépressions que cette couche présente au-dessus d'elles. Si, au lieu de regarder nos cyclones par en bas, vous vous élevez par la pensée au-dessus de notre globe, de manière à les voir de haut dans le sens de l'axe, en projection sur le sol, alors vous comprendrez la figure des taches du Soleil, leur pénombre, leurs noyaux obscurs, leur segmentation mystérieuse et jusqu'à cette étonnante circulation de l'hydrogène solaire qui n'a plus d'analogue sur notre globe.

» Ce n'est pas à dire que tout absolument s'explique avec la même facilité, la même précision, mais si l'on échoue pour quelque phénomène particulier, on entrevoit du moins la solution et l'on sent que l'insuccès

---

ter à la page 302 du présent volume, séance du 10 février dernier. La pénombre est due non à la gyration directement, mais à l'abaissement de température produite par l'appel des matériaux des couches supérieures. Le fait que la pénombre dont le cyclone se revêt ainsi peut être entraînée dans la région la plus active de cette gyration ne prouve pas, j'imagine, que la gyration n'existe pas.

tient, non au vice d'une théorie qu'il faudrait compléter par quelque hypothèse, mais à l'insuffisance de nos notions actuelles sur la mécanique des mouvements tourbillonnaires.

» En remontant au point de départ, je ne vois pas d'hypothèses accumulées, entées l'une sur l'autre : tout découle d'une seule idée, celle qu'une masse fluide dont les mouvements superficiels varient d'une région à l'autre doit présenter le phénomène tourbillonnaire sur une grande échelle. Or cette masse n'est pas mince comme notre atmosphère ni gênée par des mers et des continents : elle s'étend presque indéfiniment suivant toutes les verticales et offre un champ illimité à l'activité tourbillonnaire.

» Si j'applique ici mon critérium, n'ai-je pas quelque raison de croire que cette théorie est viable ? Quant à moi, je suis vivement frappé de voir cette théorie rattacher le phénomène des taches aux phénomènes si divers de l'activité chromosphérique, de l'alimentation de la photosphère et de son mode spécial de rotation. Jamais personne n'aurait cru, il y a quelques mois seulement, qu'il fût possible de réunir ainsi, dans une vue synthétique d'une telle simplicité, le vaste et merveilleux ensemble des phénomènes solaires.

» Je ne puis répondre aujourd'hui à M. Vicaire. Je n'ai guère saisi qu'une de ses critiques dans l'analyse qui nous a été donnée de sa Note (1). Il s'agit de la figure ronde des taches, et M. Vicaire dit que si une seule d'entre elles se trouvait, par sa forme, en contradiction avec ma théorie, cela lui suffirait pour la condamner. Cette grande rigueur me donne déjà une haute idée des conditions que le savant auteur impose sans doute à sa propre doctrine et redouble le désir que j'ai de la connaître. En outre il est bon, pour une discussion équitable, d'avoir une idée nette des théories acceptées par l'adversaire : on juge par là de ce qu'il entend par une vérité démontrée ou par un fait expliqué. Je serais donc bien heureux de trouver dans les *Comptes rendus*, à mon retour de voyage, l'exposé de la théorie de M. Vicaire. Cela m'aidera à continuer avec lui une discussion où j'ai déjà remarqué que j'avais moi-même gagné quelque chose : et je serais aussi, je l'avoue, curieux d'appliquer mon critérium à une théorie qui, d'après la promesse de l'auteur, doit expliquer de la manière la plus satisfaisante tous les phénomènes des taches. »

(1) Voir plus loin cette Note, à la *Correspondance*, p. 948.

NOMINATIONS.

L'Académie, procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de feu M. *Quoy*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. Mulsant obtient.	31	suffrages.
M. Baudelot »	8	»
M. Joly »	1	»

M. **Mulsant**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

RAPPORTS.

HYDRODYNAMIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Boussinesq, *présenté le 28 octobre 1872 et intitulé « Essai sur la théorie des eaux courantes »* (*).

(Commissaires : MM. Bonnet, Phillips, de Saint-Venant rapporteur.)

« 1. Une première rédaction de ce grand travail a été l'objet d'une lecture faite à l'Académie le 15 avril 1872. Son titre était : *De l'influence des forces centrifuges sur l'écoulement de l'eau dans les canaux prismatiques de grande largeur* (**). On y trouvait l'établissement, sur les bases rationnelles posées dans des Notes récentes (***), des équations du mouvement varié permanent des eaux par filets supposés d'abord sensiblement rectilignes ; ensuite l'auteur calculait les effets des forces centrifuges dans les endroits où la surface fluide, et, par suite, les filets, offrent une courbure verticale prononcée. Il en appliquait les résultats à l'étude des ondulations et autres circonstances qui accompagnent le passage de l'état uniforme à l'état varié et réciproquement : ce qui le conduisait à un premier classement des cours d'eau en rivières et en torrents de deux sortes.

(*) L'Académie a décidé que ce Rapport, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait inséré en entier aux *Comptes rendus*.

(**) L'extrait est à la p. 1026 du t. LXXIV des *Comptes rendus*. Celui de la rédaction nouvelle, du 28 octobre 1872, est à la p. 1011 du t. LXXV.

(***) Notes des 29 août 1870, 3 et 10 juillet 1871, aux *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 389; t. LXXIII, p. 34 et 101.

» La rédaction nouvelle comprend à la fois les tuyaux et les canaux; elle embrasse des sections fluides de diverses formes, notamment celles qui sont rectangles de largeur très-grande, constante ou graduellement variable, et celles qui sont circulaires ou demi-circulaires, considérées comme offrant le second des deux cas en quelque sorte extrêmes entre lesquels on peut, au moins pour l'évaluation de certains coefficients, intercaler les autres formes de section par une sorte d'arbitrage très-suffisant dans les calculs pratiques. L'auteur y traite les cas où le fond du canal présente longitudinalement, comme la surface de ses eaux, une courbure sensible, même ondulée. Des considérations y sont présentées pour rapprocher davantage des faits, en tenant compte de plusieurs éléments, les résultats de l'application du théorème de perte de force vive, de Borda, et de la formule du ressaut. Enfin il y traite, avec étendue, des mouvements non permanents, comme sont ceux qu'offrent les rivières en temps de crue, ainsi que les parties de leurs cours atteintes par la marée; et, en intégrant ces équations pour de médiocres degrés de non-permanence, il trouve des lois conformes aux expériences sur la propagation des ondes et intumescences à la surface des eaux, eu égard aux pentes, aux frottements et aux courbures qui peuvent y influer.

» 2. Les problèmes du mouvement varié qu'affectent le plus habituellement les eaux courantes sont en effet ceux auxquels il importe le plus aujourd'hui aux hydrauliciens de s'appliquer. Les formules empiriques dressées pour donner des relations entre les quantités écoulées, les sections et les pentes, ou, ce qui revient au même, entre les vitesses de débit et les frottements moyens de l'eau contre les parois entre lesquelles elle coule, ne sont relatives qu'aux mouvements uniformes. Il faut absolument, pour les calculs de mouvements variés, où les rapports mutuels des vitesses en un même endroit ont d'autres valeurs, considérer en détail celles que prennent individuellement les divers filets; et, par une suite nécessaire, il faut connaître les intensités de leurs actions latérales mutuelles, appelées les frottements intérieurs du fluide.

» La question de l'évaluation de ces frottements des filets ou des couches fluides a été longtemps, comme on a eu occasion de le dire ailleurs (*), une véritable énigme, dont on cherchait mal, et par suite vainement, le mot. On supposait les mouvements moléculaires toujours continus et régu-

(*) *Mémoire sur l'Hydrodynamique des cours d'eau* (*Comptes rendus*, 26 février, 4, 11 et 18 mars 1872, t. LXXIV, p. 570, 649, 693, 770).

liers, et l'on voulait que les intensités des frottements des filets les uns contre les autres ne dépendissent que de leurs vitesses relatives, bien que de nombreux faits tendissent à les faire dépendre aussi des dimensions des sections fluides (*), et, chose plus singulière, des vitesses absolues (**). L'auteur du Mémoire que nous examinons a su tout concilier; et il a donné, pour les frottements fluides, des expressions d'intensités s'accordant avec les diverses expériences, en faisant une distinction entre les mouvements tout à fait réguliers, continus et simples, tels que ceux qui doivent avoir lieu dans l'écoulement par de très-petits tubes polis, et les mouvements tournoyants et tumultueux (***) se produisant inévitablement (ainsi qu'il le prouvait déjà en 1868) (****) dans des espaces d'une certaine étendue transversale; espaces où l'on n'observe une variation continue et régulière que dans les *vitesses moyennes locales* qui régissent, en chaque endroit, la *translation* des éléments, ou *l'écoulement* du fluide, en abstrayant ses rotations et oscillations. Dans ces espaces-là, et vu les brusques changements de grandeur des vitesses réelles, d'un point à des points voisins, le frottement mutuel des couches est d'une tout autre nature que dans les espaces capillaires. Son *coefficient*, ou ce par quoi il faut, pour en avoir l'intensité, multiplier la différence des vitesses locales de translation des filets contigus, est énormément plus considérable que dans les tubes de moins d'un millimètre de diamètre sur lesquels feu Poiseuille a fait ses expériences. Au lieu d'être constant il dépend, en chaque endroit, comme a dit M. Boussinesq, de *l'intensité de l'agitation tourbillonnaire* et des pertes ou dissimulations considérables de force vive qu'elle amène. Il peut varier du simple au centuple et plus, suivant les dimensions transversales de l'espace où les tourbillons ont la faculté de se développer, suivant les vitesses contre les parois où ils prennent naissance, et suivant même la forme du contour de la section et les distances à ce contour, à partir duquel les

---

(*) *Comptes rendus*, 16 février 1046, t. XXII, p. 309.—*Idem*, 26 août 1850, t. XXXI, p. 286. — *Annales des Mines*, t. XX, 1851, p. 219, au n° 14 d'un *Mémoire : Formules et Tables nouvelles*, etc. — DARCY, *Recherches sur les mouvements de l'eau dans les tuyaux*, p. 181.

(**) BAZIN, *Recherches hydrauliques*, 1re partie, 1865 ; Introduction, p. 30.

(***) PONCELET, *Introduction à la Mécanique industrielle*, n° 375.

(****) *Mémoire sur l'influence des frottements dans les mouvements réguliers des fluides*, § IX, au *Journal de M. Liouville*, t. XIII. — Voyez aussi le Mémoire cité sur l'Hydrodynamique des cours d'eau, 4e article (28 mars 1872), n° 11, p. 771.

tourbillons vont tantôt converger, tantôt diverger en se propageant dans ses autres parties.

» 3. L'auteur, après un préambule qui résume clairement son Mémoire, démontre d'abord (§§ I et II) que les équations de l'Hydrodynamique s'appliquent très-bien aux vitesses qu'on vient d'appeler *moyennes locales*, autour desquelles oscillent en chaque point, avec une sorte de périodicité, les vitesses moléculaires réelles; qu'on peut même appliquer à ces vitesses et aux actions extérieures, aussi moyennes locales, qui y sont développées, les six formules de composantes de pression, tant normales que tangentielles, de Poisson, Cauchy et Navier, pourvu que l'on regarde comme variable d'un point à l'autre ce coefficient de frottement intérieur ε qui y affecte les vitesses de glissement ainsi que les différences, deux à deux, de celles d'extension (*).

» Puis (§ III), faisant, pour l'intensité tourbillonnaire, sur laquelle divers faits concordent à fournir des documents, des suppositions plausibles et raisonnées, il attribue à ce coefficient ε des expressions dont l'une, relative aux canaux ou tuyaux à section rectangle très-large, est proportionnelle à la fois à la profondeur totale et à la vitesse au fond, et dont l'autre, relative aux sections circulaires ou demi-circulaires, l'est au rayon, à la vitesse contre la paroi, enfin au rapport du rayon à la distance de chaque point au centre, où les tourbillons vont en quelque sorte s'accumuler avant de se *détruire* (comme disait Léonard de Vinci), ou de se résoudre en vibrations calorifiques.

» Ces suppositions se trouvent justifiées (§§ VII et VIII) par la mise en équation du mouvement uniforme ou par filets tous parallèles; car il en résulte pour les vitesses individuelles, à diverses distances de la surface libre dans le premier cas, et du centre dans le deuxième, des lois représentées par des paraboles du deuxième degré et du troisième degré, ce qui se trouve conforme, ainsi que d'autres résultats du calcul, aux expériences hydrométriques, convenablement discutées, de Darcy, de M. Bazin, de M. Boileau, etc.

» C'est même de là et des résultats moyens d'expériences de jaugeage des courants que M. Boussinesq déduit les valeurs approchées ou moyennes

(*) Ainsi qu'il a été dit ailleurs. *Note sur la Dynamique des fluides*, aux *Comptes rendus*, 27 novembre 1843, t. XVII, p. 1240. — Rapport sur un Mémoire de M. Kleitz, 12 février 1872, t. LXXIV, p. 426. — Mémoire (cité) sur l'Hydrodynamique des cours d'eau, 1er article, 26 février 1872, t. LXXIV, p. 572.

0,0006386 et 0,0008094 à attribuer à deux certains nombres, l'un A, entrant dans ses deux formules du frottement intérieur, l'autre B, par lequel il multiplie le carré de la vitesse u_0 *contre les parois* du canal, pour avoir, en chacun des points de ces parois, le frottement retardateur qu'elles exercent par unité superficielle divisé par le poids de l'unité de volume de fluide. Ces deux nombres, au reste, varient avec le degré de rugosité du sol, et aussi, le second surtout, un peu avec le rayon moyen de la section, ainsi qu'avec u_0 elle-même.

» 4. Muni des expressions ainsi construites des deux sortes de frottements, l'auteur peut aborder la mise en équation du problème du mouvement varié permanent.

» On sait qu'une solution de cet important problème a été proposée dès 1828 par M. Bélanger (*) et par Poncelet (**), qui, pour un courant contenu dans un lit prismatique, ont introduit dans l'équation du mouvement un terme évaluatif des inerties mises en jeu par le changement de la vitesse moyenne d'une tranche à l'autre. Vauthier, en 1836 (***), a rendu cette solution applicable à un lit de forme quelconque; et, la même année, Coriolis l'a modifiée (****), en observant que, dans le terme qui provient de l'inertie ou du changement de grandeur de la force vive des tranches fluides, on doit, en raison de l'inégalité des vitesses de ses divers filets, affecter le carré de la vitesse moyenne d'un coefficient numérique appelé α, un peu plus grand que l'unité, et mesurant le rapport moyen des cubes des vitesses individuelles au cube de cette moyenne.

» Tout le monde, depuis, a posé l'équation à la manière de Coriolis, par le principe des forces vives, en supposant, explicitement ou implicitement, que les frottements tant intérieurs qu'extérieurs ont la même intensité dans chaque tranche qu'ils auraient dans un mouvement uniforme, pour les mêmes sections et la même vitesse moyenne à travers chacune, en sorte qu'on pût calculer la somme totale de leurs travaux en multipliant le seul frottement des parois, tel que l'évaluent les formules empiriques du

---

(*) *Essai sur la solution de quelques problèmes relatifs au mouvement permanent des eaux courantes.*

(**) *Cours* (ultérieurement lithographié) *de l'École de Metz. Levers d'usines.*

(***) *Annales des Ponts et Chaussées*, 1er semestre de 1836. *De la théorie du mouvement permanent des eaux.*

(****) *Annales des Ponts et Chaussées. Sur l'établissement de la formule qui donne la figure des remous et de la correction à y introduire.*

cas de l'uniformité, par l'espace parcouru en vertu de cette vitesse moyenne (*).

» M. Boussinesq a fait voir, dès 1870 à 1871, que cette supposition relative aux travaux des frottements était doublement inexacte. Aussi il ne se sert point du théorème des forces vives, dont l'emploi paraît devoir être ici abandonné; car rien n'enseigne *a priori*, dans le mouvement non uniforme, quel doit être le travail des forces intérieures. Il fait usage du théorème des quantités de mouvement, ou, ce qui revient au même, il pose, à la manière d'Euler, les deux équations de l'équilibre dynamique, dans une direction longitudinale sensiblement horizontale et dans deux directions perpendiculaires, dont l'une est sensiblement verticale, d'un élément fluide rectangle, sous l'action de la pesanteur, de l'inertie, des pressions normales, enfin des frottements ou pressions tangentielles qui sollicitent ses faces.

» Il se borne à considérer le mouvement *graduellement* varié, en appelant ainsi celui dont la non-uniformité dépend de quantités dont les carrés et les produits ensemble sont supposés négligeables dans les calculs; telle est, par exemple, l'inclinaison de la surface fluide sur le fond.

» 5. En ne s'occupant d'abord que des portions de courant dans lesquelles la courbure des filets est insensible, en sorte qu'on puisse abstraire les forces centrifuges, on tire d'une des équations différentielles, pour la pression, sa valeur purement hydrostatique. En la substituant dans la première des trois, et en intégrant tous les termes depuis la surface jusqu'au fond ou aux parois, il ne reste d'autre frottement que celui que ceux-ci exercent sur les filets fluides coulant le long de leurs surfaces. L'inertie, qui dépend de l'accélération longitudinale, est exprimée par la somme de trois termes différentiels, que l'auteur réduit à un seul au moyen de l'équation de *continuité* ou de conservation des volumes, en y joignant la supposition, ici suffisamment approchée, que la petite inclinaison des filets fluides varie linéairement depuis la surface ou depuis son filet central jusqu'au fond ou aux bords.

» Il arrive ainsi à une équation de mouvement qui a de l'analogie avec celle que fournit le théorème des forces vives; mais il s'y trouve deux différences essentielles.

» L'une consiste en ce que le terme provenant des inerties est égal à la dérivée longitudinale de la hauteur due à la résistance moyenne, multi-

(*) *Cours fait à l'École Centrale*, par M. Belanger; lithographié en 1846.



pliée, non pas par le coefficient α de Coriolis, mais par un autre nombre, dont l'excès sur l'unité se trouve environ trois fois moindre, et qui est le rapport moyen des *carrés* des vitesses individuelles au carré de la vitesse moyenne à travers une même section transversale, au lieu d'être celui des *cubes* des mêmes vitesses.

» L'autre différence provient du frottement retardateur du fond ou des parois. Ce frottement dépend des vitesses des filets qui leur sont contigus: or elles ont, dans le mouvement varié, d'autres rapports avec la vitesse moyenne que dans le mouvement uniforme. Il faut donc, pour avoir la vraie valeur du frottement en question, ou de ce qu'il exige de pente de superficie pour être surmonté, ajouter, au terme exprimant celle qu'on lui attribue pour même vitesse moyenne dans le mouvement uniforme, un autre terme, qui dépend du degré de convergence ou de divergence des filets fluides. Comme la quantité par laquelle ce degré se mesure est supposée assez petite, ainsi qu'on vient de le dire, pour que son carré soit négligeable, on trouve que le terme ou la pente additionnelle, dont il s'agit, revient à la dérivée de la hauteur due à la vitesse moyenne multipliée encore par un coefficient numérique, qui est légèrement variable avec la forme de la section fluide du cours d'eau.

» En appelant 6 ce second coefficient, et $1+\eta$ le premier (celui qui, dans l'expression de l'inertie, vient de l'inégalité des vitesses à travers chaque section), I la pente de superficie, qu'on peut aussi appeler $\frac{d\zeta}{ds}$, dérivée, par rapport à l'abscisse longitudinale s, de l'ordonnée ζ de la surface fluide au-dessous d'un plan horizontal fixe, enfin ρ la densité, g la gravité et F_u l'intensité moyenne du frottement de l'unité superficielle du fond et des parois autour de la section dont l'abscisse est s, telle que serait cette intensité dans un mouvement *uniforme* pour même vitesse moyenne U, même superficie ω et même contour mouillé χ de la section, cette équation est

$$\frac{d\zeta}{ds} = I = \frac{\chi}{\omega}\frac{F_u}{\rho g} + (1+\eta+6)\frac{d}{ds}\left(\frac{U^2}{2g}\right).$$

» 6. Pour calculer les deux coefficients $1+\eta$ et 6, devant affecter la dérivée longitudinale de la hauteur due à la vitesse de débit du fluide, il faut connaître, pour chaque section, les vitesses individuelles dont elle est la moyenne. La détermination d'une quelconque de ces vitesses dépend d'une équation différentielle du deuxième ordre dont le second membre contient, au carré, l'inconnue engagée dans une intégrale qui est affectée de la pe-



tite quantité mesurant le degré dans lequel le mouvement est varié. Elle ne peut pas s'intégrer exactement; mais l'auteur la résout par un procédé ingénieux d'approximations successives. Il consiste à remplacer d'abord par zéro ce second membre, c'est-à-dire à effacer provisoirement les termes dus à la non-uniformité; à tirer alors de l'équation, au moyen d'une double et facile intégration de ses termes pour toute l'étendue de la section fluide, une première approximation fournissant ce qu'est, dans le mouvement uniforme, la vitesse particulière cherchée; puis à en substituer l'expression, qui est un binôme du second degré, dans le deuxième membre rétabli. Les intégrations de termes, après cette substitution, sont aussi faciles que quand ce membre n'existe pas, et l'on obtient ainsi, pour la vitesse à une profondeur quelconque, une expression du sixième degré procurant *cette deuxième approximation* de ce qu'on cherchait. Or celle-ci est suffisante dans la question posée; car si, par le même procédé, on construisait (ce qui serait aussi facile) une expression de troisième approximation, elle ne différerait de ce que donne la deuxième que par des termes affectés de ces carrés et produits de quantités très-petites qui ont été négligés dans tout le cours du calcul.

» Les coefficients numériques $1+\eta$ et 6 sont faciles à tirer de là. On reconnaît qu'ils sont fonctions du seul rapport $\frac{B}{A}$ des deux nombres A, B entrant respectivement (n° 3) dans les expressions attribuées au frottement intérieur ou mutuel des filets, et au frottement extérieur ou des parois.

» Pour les sections rectangles considérablement plus larges que profondes on a

$$1+\eta = 1 + \frac{1}{45}\left(\frac{\frac{B}{A}}{1+\frac{B}{3A}}\right)^2, \quad 6 = \frac{4}{45}\frac{B^2}{A^2}\frac{1+\frac{2}{7}\frac{B}{A}}{\left(1+\frac{B}{3A}\right)^3};$$

et, pour les sections circulaires ou demi-circulaires, on a

$$1+\eta = 1 + \frac{1}{25}\left(\frac{\frac{B}{A}}{1+\frac{2}{5}\frac{B}{A}}\right)^2, \quad 6 = \frac{4}{25}\frac{B^2}{A^2}\frac{1+\frac{4}{11}\frac{B}{A}}{\left(1+\frac{2}{5}\frac{B}{A}\right)^3},$$

ou respectivement, en adoptant $\frac{B}{A} = 1,2674$, donné, comme on a dit, par des résultats moyens des expériences sur le mouvement uniforme,

$$1+\eta = 1,0176, \quad 6 = 0,0675,$$

et

$$1+\eta = 1,0283, \quad 6 = 0,1097.$$

» Il en résulte

$$1 + \eta + 6 = \begin{cases} 1,0851 \text{ dans les canaux rectangles larges,} \\ 1,1380 \text{ dans les canaux demi-circulaires.} \end{cases}$$

» La moyenne arithmétique de ces deux nombres est 1,11. Elle est approchée de la valeur que plusieurs ingénieurs adoptent, dans la pratique, pour le coefficient α de Coriolis, affectant comme $1 + \eta + 6$ la dérivée de $\frac{U^2}{2g}$ dans l'équation du mouvement. Cette concordance apparente ne doit point faire penser que la manière nouvelle d'établir ce qui est relatif au mouvement permanent revienne le moins du monde à l'autre, que nous avons dit être entachée de deux erreurs. Coriolis qui, d'après des données hypothétiques sur la distribution des vitesses des filets fluides, portait la valeur de α jusqu'à 1,18 et même 1,47 (*), n'aurait trouvé que 1,0523 s'il avait déterminé, comme ci-dessus, ce que cette distribution peut être dans un lit rectangle offrant, comme la plupart des cours d'eau naturels, une largeur considérablement plus grande que la profondeur; en sorte que la concordance des résultats n'existe pas plus que l'accord des principes.

» M. Boussinesq remarque aussi qu'on a à peu près

$$6 = 3,85\,\eta$$

pour l'une comme pour l'autre des deux formes extrêmes de sections, et que ce rapport 3,85 de 6 à η subsiste à très-peu près lorsqu'on fait varier très-sensiblement la valeur numérique de $\frac{B}{A}$. Cette particularité fournit le moyen de déduire approximativement 6 de η, qui est plus facile à calculer pour des sections de toute forme, puisqu'il ne dépend, à l'approximation où l'on se tient, que des distributions de vitesses du cas de l'uniformité du mouvement.

» Au reste, comme la dérivée de la hauteur due à la vitesse moyenne est faible dans le mouvement que nous avons appelé *graduellement varié*, de petites erreurs sur les valeurs des coefficients η et 6 ont peu d'influence; et l'on a pu, sans craindre d'altérer sensiblement les résultats, faire entrer, dans le calcul du rapport $\frac{B}{A}$ dont ils dépendent, l'emploi d'une formule qui, comme celle de Tadini $\frac{\omega}{\chi} I = 0,0004\, U^2$, ne fait que représenter une

(*) Mémoire cité de 1836, pages 327 et 330.

moyenne de résultats d'un grand nombre d'observations sur des cours d'eau de toute dimension avec parois en terre.

» Cet emploi n'empêche nullement de se servir de formules empiriques plus précises, telles que celles de M. Bazin, pour fixer la valeur du terme principal de l'équation du mouvement, savoir : la partie $\frac{\chi}{\omega}\frac{F_0}{\rho g}$ de la pente de superficie qui serait due au frottement total des parois pour même vitesse moyenne dans le mouvement uniforme.

» On voit aussi, et ce n'est pas une des moins utiles conséquences de l'examen analytique auquel s'est livré M. Boussinesq, qu'il n'y a pas beaucoup lieu de s'inquiéter, comme on a fait quelquefois (*), d'opérer l'intégration, par coordonnées courbes ou par d'autres moyens difficiles, d'une équation aux vitesses pour des sections de diverses formes. Il est à penser qu'on n'en tirerait pas, pour ce qui doit affecter $\frac{d}{ds}\left(\frac{U^2}{2g}\right)$, des nombres s'écartant sensiblement de ceux qui viennent d'être donnés.

» 7. L'auteur tire (§§ XIII, XIV), de l'équation ainsi établie, diverses conséquences générales.

» Une alimentation constante en amont et un mode d'évacuation ou de débouché constant en aval déterminent la permanence, et même le plus ordinairement, sur de longues portions, un mouvement assez graduellement varié pour être régi par l'équation qui vient d'être donnée; en sorte qu'il suffit, avec le débit, de connaître, en un point, ou la profondeur d'eau, s'il s'agit d'un canal découvert, ou la pression, s'il s'agit d'un tuyau, pour déduire numériquement tout le reste de proche en proche. Mais ces portions peuvent, même avec un fond et des parois à coupe rectiligne, être séparées par d'autres plus courtes, où l'écoulement suit d'autres lois peu ou point connues, auxquelles cependant on supplée avec approximation en invoquant deux principes; savoir : pour les tuyaux, celui de perte de force vive de Borda, et, pour les canaux, celui de la formule du ressaut de M. Belanger; car ils fournissent une relation, soit entre les pressions, soit entre les profondeurs d'eau en amont et en aval de ces parties. L'auteur apporte à ces deux principes un perfectionnement par la mise en compte, immédiatement en aval comme en amont, des inégalités de vitesse des divers filets fluides, et surtout de la partie du frottement des parois

(*) Rapport sur un Mémoire de M. Kleitz, du 12 février 1872 (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 426).

qui provient, comme on a dit, de ce que le mouvement y est varié. Il arrive ainsi à des résultats dans un accord très-satisfaisant avec l'expérience, car il obtient, par exemple, le vrai coefficient 0,82 de la dépense fournie par les ajutages cylindriques, tandis que le principe de Borda, tel qu'on l'applique ordinairement, donne 0,85.

» Ensuite (§§ XV, XVI), il considère le cas particulier d'un long canal dont le lit est prismatique, ou au moins tel que l'eau *puisse* y couler d'un mouvement à peu près uniforme. L'uniformité tend à s'y établir; mais, à moins de dispositions tout exceptionnelles à l'origine et à l'embouchure, il se trouve toujours deux portions plus ou moins longues, vers amont et vers aval, où ce régime ne saurait avoir lieu. Il y a donc généralement un endroit du courant où le régime uniforme *s'établit*, et un autre où il se *détruit*. La destruction, du côté aval, s'opère sans ressaut ou avec ressaut selon que la vitesse de régime uniforme est inférieure ou supérieure à celle qu'acquerrait un corps tombant librement d'une hauteur égale à la demi-profondeur moyenne répondant au même régime, cette hauteur étant divisée par le coefficient, un peu au-dessus de l'unité, appelé $1+\eta+6$ ci-dessus.

» Si l'on admet, comme le remarque l'auteur, que le frottement moyen du fond par unité superficielle, dans le mouvement uniforme, a pour mesure le produit du carré de la vitesse moyenne par un nombre constant, le caractère distinctif des deux cas revient à ce que la pente soit, pour l'un, au-dessous, pour l'autre, au-dessus, du quotient de ce nombre par la densité de l'eau, et par le même coefficient $1+\eta+6$. Cela fait, avec les données moyennes ci-dessus, $\frac{0,0004 \cdot g}{1+\eta+6} = \frac{0,0004 \cdot 9,809}{1,085} = 0,00361$, pour la pente de séparation des deux espèces de cours d'eau, auxquels l'un de nous a proposé, en 1851 et en 1870, d'affecter les deux dénominations de *rivière* et de *torrent* (*), parce que leurs propriétés comparées sont bien en rapport avec l'idée généralement attachée à ces deux expressions.

» **8.** Après une digression (§ XVII) relative aux effets produits à la longue par l'action des eaux sur le sol terrestre, auquel elles donnent la forme d'une surface particulière divisée en versants, ainsi que sur le véri-

---

(*) 1° *Annales des Mines*, 1851, 4e série, t. XX, p. 320; n° 38 du Mémoire *Formules et Tables nouvelles pour les eaux courantes*.

Et 2°, pour mieux motiver ces dénominations, *Comptes rendus*, 18 juillet 1870, t. LXXI, p. 194.

table caractère des lignes de faîte et de thalweg, qui séparent ceux-ci, et après avoir (§§ XVIII, XIX, XX) établi l'équation du mouvement eu égard aux courbures et aux forces centrifuges, M. Boussinesq revient (§ XXI), en mettant en œuvre ce dernier élément, sur les circonstances qui précèdent l'établissement et la destruction du régime uniforme; et il prouve la nécessité de distiuguer cette classe intermédiaire de cours d'eau, qu'il a appelés *torrents de pente modérée*. Il trouve qu'il faut abaisser d'environ 3 dix-millièmes la limite supérieure de la pente des rivières (ou la réduire à 0,0033 moyennement), si l'on veut que les circonstances de la destruction du régime uniforme, vers aval, puissent se calculer sans avoir à tenir compte de la courbure de la surface fluide.

» Dans les mêmes cours d'eau de première catégorie (les rivières), l'uniformité s'établit, vers l'amont, ou le régime passe, en descendant, de l'état varié à l'état uniforme, avec des ondulations de superficie, par conséquent avec des courbures sensibles auxquelles il y a lieu d'avoir égard.

» Dans les torrents de pente rapide, dont il faut alors porter la limite inférieure moyenne à 0,0039, le régime uniforme, au contraire, s'établit graduellement, sans intervention sensible des courbures, et il se détruit, vers l'aval, rapidement ou avec ressaut comme on a dit.

» Enfin, dans les cours d'eau intermédiaires, dont la pente de fond serait renfermée entre des limites 0,0033 et 0,0039, l'influence de la courbure des filets fluides ne peut être négligée ni à l'endroit où le régime s'établit, ni à celui où il se détruit pour faire place, vers aval, au régime varié, en sorte que ces *torrents de pente modérée* tiennent, sous le rapport dont il s'agit, des deux autres catégories de cours d'eau.

» 9. L'auteur arrive (§§ XVIII, XIX) à l'équation complète dont nous parlons, tenant compte des courbures, en conservant dans les calculs la partie dynamique des pressions, due aux composantes transversales d'accélérations ou aux inerties déviatrices. Elles sont exprimées par trois termes différentiels, qu'il peut réduire à un seul au moyen de l'équation de continuité lorsque le canal est supposé de largeur constante. Le calcul de ces forces, et surtout le résultat, serait d'une excessive complication si on l'opérait en ayant égard exactement aux différences entre les vitesses des divers filets fluides. Aussi l'auteur se borne à en indiquer la marche; et, comme les termes dus aux forces centrifuges sont, au demeurant, assez petits vis-à-vis des autres dans les conditions que l'on suppose remplies, il remplace toutes ces vitesses par leur moyenne U, dans l'évaluation des termes nouveaux.

» Il trouve par deux approximations obtenues comme ci-dessus que si i représente la pente du fond du canal, h la profondeur d'eau, et par conséquent $\frac{di}{ds}$ la courbure du fond et $\frac{dI}{ds} = \frac{di}{ds} - \frac{d^2h}{ds^2}$ celle de la surface, il suffit, vu l'équation de conservation des volumes $hU =$ const., de retrancher, du terme $(1 + \eta + \mathfrak{E})\frac{d}{ds}\left(\frac{U^2}{2g}\right)$ de l'équation (n° 5) du mouvement par filets rectilignes, l'expression

$$\frac{U^2 h}{g}\left(\frac{1}{3}\frac{d^2 I}{ds^2} + \frac{1}{6}\frac{d^2 i}{ds^2}\right) = h^2\left[\frac{1}{3}\frac{d^2}{ds^2}\left(\frac{U^2}{2g}\right) + \frac{1}{2}\frac{U^2}{gh}\frac{d^2 i}{ds^2}\right],$$

pour avoir l'équation du mouvement avec filets courbes.

» Cette équation se prête, aussi bien que celle qui est relative aux cas des filets rectilignes, à déterminer numériquement de proche en proche la suite des pentes de superficie qu'un débit donné fera prendre à un courant, moyennant un peu plus de données initiales.

» **10.** Mais elle peut fournir aussi plusieurs conséquences générales.

» Si l'on suppose, en effet, d'abord (§ XX) *que le fond n'a pas de courbure*, ou qu'il n'y en a qu'à la surface de l'eau, on la change en une équation différentielle du troisième ordre en h et s, qui devient linéaire et intégrable quand, au lieu de la hauteur d'eau variable h, l'on prend pour inconnue la proportion $\varpi = \frac{h - H}{H}$, dont cette hauteur excède celle H qui répond au régime uniforme de même débit, et quand cette proportion est supposée peu considérable. L'intégration, en discutant ses résultats, fournit à M. Boussinesq un grand nombre de particularités curieuses relatives aux endroits du courant où l'uniformité commence ou cesse d'avoir lieu. L'intégrale est la somme de trois exponentielles affectées de constantes arbitraires, tantôt finies, tantôt nulles, avec des exposants dont l'un est toujours réel, les deux autres tantôt réels, tantôt imaginaires. La forme périodique, qui résulte de l'imaginarité, prouve que dans les endroits des rivières ou des *torrents modérés*, où le régime uniforme commence à s'établir, la surface du fluide se trouve affectée d'une suite d'ondulations transversales ayant, toutes, la même dimension dans le sens de la longueur du courant, avec des hauteurs ϖH rapidement décroissantes, et bientôt effacées en avançant vers l'aval, ou vers un profil rectiligne asymptotique autour duquel serpentait le profil ainsi ondulé.

» Les exponentielles sont à exposant réel, et il n'y a pas d'ondulations, à l'endroit où s'établit le régime uniforme des torrents classés ci-dessus

comme rapides, et aussi dans tous les endroits où ce régime se détruit, doucement pour les rivières et avec ressaut pour les torrents.

» Mais les ressauts des torrents, ou *modérés* ou pas trop rapides, ne s'opèrent pas d'un seul bond. En effet, dans l'équation différentielle qui leur est relative, et où se trouve engagée au troisième ordre la proportion ϖ du rebaussement, il faut, pour obtenir celle-ci jusqu'à une certaine grandeur, conserver le plus influent des termes qui empêchent l'équation d'être linéaire. Alors on la résout par un procédé d'approximations successives : il fournit une expression qui, par sa forme, met à même d'étudier une à une les diverses parties de la coupe longitudinale du ressaut.

» Ces parties, qui se raccordent l'une l'autre, sont alternativement concaves et convexes. L'auteur parvient, par d'autres artifices d'approximation, à calculer les ordonnées des points hauts et des points bas de ces ondulations qui s'élèvent par gradins jusqu'au niveau supérieur du ressaut.

» Les expériences de M. Bazin apportent une remarquable confirmation à cette théorie. Les nombreux ressauts que cet ingénieur a observés sont les uns *longs*, les autres *courts*. Les premiers se produisent dans des torrents peu rapides et sont sillonnés toujours transversalement d'ondulations, comme si l'ascension de l'eau était hésitante et mal assurée. Les seconds, produits exclusivement dans des cours d'eau d'une grande pente, sont les seuls dans lesquels la surface de l'eau s'élève sans osciller, d'un seul bond, et comme poussée fortement par ce qui suit, bien qu'il y ait parfois encore, mais après le gonflement et non au bas, un certain nombre d'ondulations transversales.

» 11. Deux articles intéressants sont consacrés à étudier, *en rétablissant la courbure du fond*, l'influence qu'elle peut avoir, surtout lorsqu'elle est alternative ou de deux sens opposés, sur la surface fluide, les profondeurs moyennes étant peu au-dessus ou au-dessous de celles du régime uniforme pour même débit et même pente *générale* ou *moyenne* du fond. L'intégration est surtout facile quand les courbures du fond offrent des ondulations toutes de même longueur, sensiblement plus grandes que la profondeur d'eau. Et, si elles sont aussi de même hauteur, le résultat apprend que la surface présentera elle-même des ondulations régulières, généralement *en avance* sur celles du fond, mais concordantes dans un cas remarquable.

» De tous les cours d'eau, les torrents *de pente modérée* sont ceux dont la surface reflète avec le plus d'amplification les ondulations régulières du fond. Les torrents rapides viennent ensuite, et ceux qui ont le plus de pente en amoindrissent l'amplitude verticale, etc.

» 12. La troisième et dernière partie du Mémoire de M. Boussinesq (§ XXVI, à la fin) traite du mouvement *non permanent*, supposé toujours graduellement varié. Dupuit, le premier, en a cherché les équations (*) : l'une des deux qu'il a posées, celle qui exprime la *continuité* ou la conservation du volume des tranches fluides, est exacte, mais applicable seulement à un canal rectangle, avec des vitesses supposées toutes égales à travers une même section. Il s'est trompé pour l'autre, et l'un de nous a établi, dans des termes différents (**), cette équation principale, qui est celle où entrent la pente, l'inertie et le frottement du fond.

» M. Boussinesq, après l'avoir vérifiée pour le cas énoncé, ainsi que l'extension qui avait été donnée à la première pour toute forme de section et toute distribution des vitesses, est parvenu à établir l'équation principale en ayant égard aussi à l'inégalité des vitesses des divers filets, et même ensuite à leur courbure, en se servant des mêmes formules de frottement intérieur et extérieur, ainsi que de la même méthode d'approximations successives dont il avait fait usage pour le mouvement permanent.

» Cette équation et celle de continuité, exprimées avec les notations ci-dessus, sauf un nouveau coefficient numérique,

$$6'' = \frac{2}{945}\left(\frac{\frac{B}{A}}{1+\frac{1}{3}\frac{B}{A}}\right)^2 = \text{moyennement } 0,00149,$$

sont, pour canal rectangle, vu que $\frac{\chi}{\omega} = \frac{1}{h}$, et en abstrayant d'abord les courbures,

$$\left\{\begin{aligned} &\text{I, ou } \frac{d\zeta}{ds} = \frac{1}{h}\frac{F_u}{\rho g} + (1+\eta+6)\frac{d}{ds}\left(\frac{U^2}{2g}\right) + \frac{1+2\eta}{g}\frac{dU}{dt} - \frac{\eta - 6''}{g}\frac{U}{h}\frac{dh}{dx},\\ &\frac{dh}{dt} + \frac{d(hU)}{ds} = 0. \end{aligned}\right.$$

» Il transforme la première de ces deux équations au moyen de la seconde, et en introduisant la pente de fond

$$i = I + \frac{dh}{ds},$$

ainsi qu'en mettant pour le frottement du fond F_u du cas de l'uniformité

(*) *Études théoriques et pratiques sur le mouvement des eaux*; deuxième édition (1863), chap. V, n° 102.

(**) *Comptes rendus*, 17 et 24 juillet 1871, t. LXXIII, p. 151 à 154, puis 238 à 240.

sa valeur $\rho g b U^2$, où b est un coefficient supposé, comme ci-dessus, peu variable; et il en tire plus loin diverses conséquences.

» Lorsque le fond et la surface supérieure ont des courbures de grandeur sensible, représentées par $\frac{di}{ds}$, $\frac{dI}{ds} = \frac{di}{ds} - \frac{d^2h}{ds^2}$, il faut, en évaluant de la même manière que ci-dessus leur petite influence comme si toutes les vitesses étaient égales à la moyenne U, ajouter au second membre de la première équation

$$\frac{U^2 h}{g}\left[\frac{1}{3}\left(\frac{d^3 h}{ds^3} + \frac{2}{U}\frac{d^3 h}{ds^2 dt} + \frac{1}{U^2}\frac{d^3 h}{ds\, dt^2}\right) - \frac{1}{2}\frac{d^2 i}{ds^2}\right].$$

» Mais l'auteur remarque plus tard (§ XXXVI) qu'il y a des circonstances, par exemple quand on a à faire le calcul de la propagation d'ondes dans un sens contraire au mouvement de l'eau d'un canal, où l'inégalité des vitesses peut influer sur la grandeur des forces centrifuges; et il donne les résultats de longs calculs dont il résulte, alors, des termes affectés des dérivées secondes de h, outre ceux qui le sont des dérivées troisièmes.

» 13. Sans entrer dans les nombreux détails, soigneusement étudiés, que contient cette partie délicate et difficile de son Mémoire, parlons succinctement de l'application qu'il fait des équations du mouvement non permanent à la recherche de la propagation des ondes et intumescences dans des canaux en pente, où l'eau est animée d'un mouvement permanent approchant d'être uniforme.

» Il trouve, pour la petite élévation h' de l'eau au-dessus de sa surface primitive,

$$h' = F_1(s - \omega_0' t) + F_2(s - \omega_0'' t),$$

F_1 et F_2 étant deux fonctions arbitraires, et les deux ω_0 étant donnés par une formule à double signe revenant approximativement à

$$\omega_0 = (1 + 1{,}9\eta)U_0 \pm \sqrt{(1 - 2\eta)gH + \eta U_0^2},$$

où U_0 est la vitesse moyenne primitive de l'eau, H sa profondeur, enfin η le petit nombre, d'une valeur moyenne 0,0174, défini ci-dessus (n° 5), et dont la présence dans cette formule mesure l'influence de l'inégalité de vitesse des filets fluides à travers chaque section.

» Cette expression de ω_0 donne, en valeur absolue, la vitesse avec laquelle une onde se propage dans le canal, suivant qu'elle descend ou qu'elle remonte le courant. Elle se réduirait, sans les inégalités de vitesse des filets

fluides, à l'expression $U_0 \pm \sqrt{gH}$ de Lagrange et de M. J. Scott Russel (*), qui suffit en beaucoup de cas, mais non pas lorsqu'il s'agit d'ondes remontant un courant avec une petite vitesse; et M. Bazin avait reconnu en effet qu'alors l'expression $\sqrt{gH} - U_0$ donne des valeurs trop fortes (**).

» M. Boussinesq trouve aussi que des ondes de petite hauteur peuvent remonter le cours d'une *rivière*, mais non celui d'un *torrent*, ce qui est encore conforme aux expériences de M. Bazin (***).

» 14. Après des considérations sur la réflexion des ondes, produisant des effets composés, qui sont représentés par la somme des deux fonctions arbitraires F_1 et F_2 ci-dessus, M. Boussinesq passe (§ XXIX) à l'approximation plus grande résultant de la mise en compte des courbures. A cet effet, dans l'équation où se trouvent engagés la petite hauteur d'onde ou d'intumescence et le petit accroissement de vitesse horizontale qui résulte de sa formation, il rend linéaires les termes qui ne le sont pas, en y mettant pour ces deux inconnues les valeurs de première approximation qui avaient été obtenues. L'équation alors s'intègre facilement en y introduisant, comme nouvelle inconnue [ainsi qu'il avait été fait à un précédent Mémoire (****)], la vitesse ou *célérité* de propagation *relative à chaque endroit*, vitesse apparente qu'il définit nettement par l'espace dont avance, dans l'unité de temps, un plan vertical transversal *ayant toujours devant lui le même volume de l'eau tuméfiée.* Il obtient aussi, pour cette célérité ω, l'une de celles appelées ω_0 tout à l'heure, multipliée par un trinôme dont le premier terme est 1, dont le second est affecté de la hauteur de l'intumescence au même endroit particulier, le troisième de sa dérivée seconde par rapport à l'abscisse longitudinale, avec des coefficients numériques qui, dans le Mémoire cité, avaient une expression simple et seulement approchée parce qu'il n'y était pas tenu compte des différences de vitesse des filets fluides.

» 15. Considérant en particulier (§ XXX) le cas d'ondes qui se propagent dans un liquide en repos, l'auteur en détermine toutes les circonstances, telles que la hauteur de leur centre de gravité, la célérité de pro-

---

(*) *Report of the fourteenth Meeting of the British Association for the advancement of Sciences*, held at York in september 1844, London 1845.

(**) *Recherches hydrauliques*, 2e Partie, Chap. I, fin des nos 22 et 27.

(***) *Recherches hydrauliques*, 1re Partie, Introduction, p. 34.

(****) Mémoire présenté le 13 novembre 1871 et imprimé au *Journal de Mathém. pures et appliquées*, t. XVII, 1872, § II.

pagation propre à ce centre, l'*énergie* de l'onde, ou le travail qu'elle produirait en s'affaissant si le fluide revenait au repos, son *moment d'instabilité*, en appelant ainsi (§ XXXII) la tendance à se déformer en s'avançant, et même à se partager en plusieurs autres ondes, enfin la forme courbe de sa surface.

» Cette forme est stable, et le moment dont on vient de parler est à son minimum pour l'onde particulière appelée *solitaire*, par M. Russel.

» C'est la seule qui ne se déforme pas en se propageant, ou qui jouisse de cette *longévité* que lui attribue le même expérimentateur.

» M. Boussinesq trouve aussi (n° 161), ce qui est encore conforme à des expériences (*), que lorsqu'une onde se propage dans un canal dont la profondeur décroît dans le sens de la propagation, comme elle résulte de la superposition d'une partie directe et d'une partie réfléchie et croissante, elle devient, en avançant, moins volumineuse et plus élevée, par suite plus courte, et de moins en moins stable, jusqu'à ce qu'elle manque de base et produise ce déferlement qui s'observe sur les plages en pente douce, phénomène bien connu qui n'avait pas encore été si complétement expliqué.

» Le contraire aurait lieu si la profondeur d'eau allait en augmentant.

» 16. Lorsqu'une intumescence est supposée continue (§ XXXIII), comme celles que produit l'effusion, aussi continue, d'une quantité d'eau constante en un point d'un canal à eau primitivement stagnante, la même analyse prouve que sa vitesse de propagation, ou la longueur dont elle augmente par unité de temps, est environ $\sqrt{g\left(H+\frac{3}{2}h'\right)}$, si H est la profondeur d'eau primitive, et h' la hauteur à peu près constante de l'intumescence. Mais si l'on considère ce qui doit se passer à sa tête, ou dans cette partie de l'intumescence qui marche en avant, on reconnaît que la hauteur n'y peut pas être la même que dans le reste, car elle a nécessairement une courbure qui, d'après la formule à parenthèse trinôme dont on vient de parler, y rendrait la vitesse plus petite que dans la partie qui suit. Cette partie postérieure inonderait la partie antérieure, et la rehausserait jusqu'à ce que sa vitesse, accrue par cela seul, devînt la même. Ainsi s'explique l'*onde initiale* saillante qui a été constamment observée par M. Bazin.

» Mais ce n'est pas tout. Cette tête ou onde initiale ne pourra se raccorder avec le reste que par une surface ayant une partie concave déterminant, par un développement de force centrifuge, un accroissement de vitesse tendant à la détacher, d'où une suite de parties alternativement

(*) *Recherches hydrauliques*, 2e Partie, Chap. I, n° 12, et *fig.* 2 de la *Pl. II.*

concaves et convexes, ou des ondulations de moins en moins hautes en reculant, ce que l'expérience montre encore.

La même loi d'inégalité des vitesses de propagation des différentes parties d'une onde, selon leur hauteur et leur courbure, rend encore compte de l'altération plus prompte de la forme des ondes *négatives*, ou ayant des creux au lieu de saillies.

» **17.** Lorsque des ondes continues, successivement formées et se superposant, n'ont qu'une courbure insensible, on peut (§ XXXIV), au moyen d'une intégration facile, obtenir la courbe formée à un instant donné quelconque par l'ensemble de leurs têtes. C'est une solution des problèmes des marées fluviales et des crues, mais ne donnant des résultats sûrs que lorsque la hauteur totale du rehaussement n'est qu'une médiocre fraction de la profondeur d'eau primitive.

» Dans trois articles subséquents (§§ XXXV, XXXVI, XXXVII), l'auteur détermine les modifications que les conclusions subissent quand on tient compte à la fois des pentes primitives, des courbures, des frottements en jeu et des inégalités des vitesses. Il trouve (§ XXXVI, 184) que les ondes se propageant sur un courant diminuent graduellement de hauteur, surtout lorsqu'elles le remontent, et d'autant plus que la vitesse du courant est plus grande. C'est encore ce que M. Bazin a observé (*).

» Quant à l'effet, non plus sur la hauteur, mais sur la célérité de propagation, des frottements et de la pente du fond, il est de la diminuer ou de l'augmenter par rapport à un observateur animé de la vitesse du courant, selon qu'il s'agit d'ondes descendantes ou d'ondes montantes. La partie antérieure d'une onde continue assez longue avance, ainsi, généralement plus vite que le corps; d'où résulte qu'elle s'amincit de manière à tourner vers le haut sa concavité ou sa convexité, suivant qu'elle est positive ou négative. C'est l'effet que M. Bazin a observé sur des ondes ascendantes très-longues (**); et il est perceptible, même, sur des *remous* propagés le long d'un canal horizontal (***).

» **18.** Ces nombreux résultats d'une analyse élevée, fondés sur une discussion circonstanciée, ainsi que sur des comparaisons judicieuses de quantités de divers ordres de petitesse, tantôt à conserver, tantôt à négliger ou abstraire, et leur constante conformité aux résultats obtenus par les expé-

---

(*) *Recherches hydrauliques*, 2e Partie, Chap. I, n° 23.
(**) *Idem*, Chap. III, nos 50 et 56; et atlas, pl. IV, fig. 3 et 4.
(***) *Idem*, Chap. II, fin du n° 31.

rimentateurs et les observateurs les plus soigneux, nous ont paru des plus remarquables.

» Ce qui y sert de fondement, savoir : les formules dont on a parlé dans la première partie de ce Rapport, formules basées sur une distinction de deux genres de mouvement des liquides, et établies par l'auteur après avoir proposé, pour l'évaluation des frottements mutuels de leurs couches ou filets, des expressions qui prennent en considération leur état tourbillonnaire d'intensité diverse, et qui donnent aussi des résultats que les faits vérifient, nous paraît résoudre d'une manière nouvelle et heureuse, avec l'approximation désirable, autant qu'il est possible d'en juger dans l'état actuel de nos connaissances, des questions importantes, intéressant la pratique, et qui ont été souvent l'objet de longs et stériles tâtonnements.

» Le travail de l'auteur est, comme on voit aussi, conçu et exécuté dans un esprit constamment positif et concret, bien qu'appelant à son aide les ressources d'une théorie avancée.

» Nous le regardons donc comme très-digne de votre approbation et nous en proposons l'insertion au *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Des résidus relatifs aux asymptotes. Classification des quadratrices des courbes algébriques.* Mémoire de M. MAX. MARIE. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, O. Bonnet, Puiseux.)

« Si l'on rapporte une courbe de degré m à une de ses asymptotes, prise pour axe des y, son équation prend la forme

$$xy^{m-1} + (ax^2 + bx + c)y^{m-2} + (dx^3 + \ldots) + y^{m-3} \ldots = 0,$$

si, du moins, ce que nous supposerons ici, l'asymptote considérée n'est parallèle à aucune autre.

» Dans ce cas, la valeur infinie de y, qui correspond à $x = 0$, change de signe en même temps que x; de sorte que la courbe est asymptote à l'axe des y, à ses deux extrémités et en sens contraires.

» Si l'on mène à la courbe deux tangentes parallèles, suffisamment peu inclinées sur l'axe des y, ces tangentes comprennent entre elles un anneau

de conjuguée dont l'aire intérieure, affectée du signe $\sqrt{-1}$, est une des périodes de l'intégrale quadratrice.

» Lorsque la direction commune des deux tangentes qui comprennent un pareil anneau se rapproche de celle de l'axe des y, l'anneau s'aplatit en s'allongeant. A la limite, il se confond avec l'axe des y, sans toutefois que son aire ait varié.

» Cette aire est facile à évaluer. En effet, si l'on pose $y = \frac{z}{x}$, l'équation devient

$$z^{m-1} + (ax^2 + bx + c)z^{m-2} + (dx^3 + \ldots)xz^{m-3} + \ldots = 0.$$

Si l'on fait $x = 0$ dans cette équation, toutes ses racines, à l'exception d'une seule, deviennent nulles, et celle-ci prend la valeur $z = -c$; il en résulte que la racine infinie de l'équation en y pouvait être égalée à $y = \frac{-c}{x}$, et que, par suite, la quadratrice de la branche asymptote à l'axe des y pouvait être, à partir d'une valeur suffisamment petite de x, confondue avec $-c\,\Sigma \frac{dx}{x}$, dont la période $\pm 2\pi c\sqrt{-1}$ est l'aire constante d'un des anneaux dont il a été question.

» Ces anneaux, quoique appartenant à un lieu du degré m, tendent à se confondre avec une ellipse indéfiniment allongée et indéfiniment aplatie, limite des conjuguées de l'hyperbole

$$xy + c = 0,$$

avec laquelle la courbe de degré m tend elle-même à se confondre, dans les environs de $x = 0$.

» $2\pi c\sqrt{-1}$ est ce que nous nommons le résidu de l'intégrale quadratrice, relatif à l'asymptote considérée. Ce résidu est toujours une des périodes de la quadratrice, à quelques axes que la courbe se trouve rapportée.

» Le résidu $2\pi c\sqrt{-1}$ s'évanouit avec c, de sorte que la quadratrice perd alors une période. Il est facile de caractériser cet accident au point de vue géométrique. L'asymptote a alors trois points communs à l'infini avec la courbe. Cela n'arrive qu'à la condition d'une certaine relation entre les coefficients de l'équation de la courbe; la quadratrice de la courbe la plus générale de degré m a donc m périodes de l'espèce spéciale des résidus, qui forment un groupe à part, et que l'on pourra désigner sous le nom de périodes cycliques; mais ces m périodes cycliques sont liées entre elles

par une relation, du reste, unique. En effet soient

$$y = a_1 x + b_1, \quad y = a_2 x + b_2, \ldots, \quad y = a_m x + b_m$$

les équations des m asymptotes d'un lieu du degré m, l'équation de ce lieu pourra se mettre sous la forme

$$(y - a_1 x - b_1)\ldots(y - a_m x - b_m) + x^{m-2}\varphi_{m-2}\left(1, \frac{y}{x}\right) + \ldots = 0;$$

si l'on y remplace y par $a_1 x + b_1$, on tombera en général sur une équation en x de degré $m - 2$ et le résidu relatif à l'asymptote $y = a_1 x + b_1$ aura dans ce cas une valeur quelconque. Pour que ce résidu fût nul, il faudrait que a_1 fût racine de $\varphi_{m-2}\left(1, \frac{y}{x}\right) = 0$.

» Si l'on voulait que le résidu relatif à $y = a_2 x + b_2$ fût aussi nul, il faudrait de même assujettir les coefficients de l'équation du lieu à la seconde condition $\varphi_{m-2}(1, a_2) = 0$. Si l'on voulait que les résidus relatifs à $m - 2$ asymptotes fussent en même temps nuls, il faudrait établir entre les coefficients $m - 2$ relations qui assujettiraient la fonction $\varphi_{m-2}\left(1, \frac{y}{x}\right)$ à se confondre, à un facteur constant près, avec

$$\left(\frac{y}{x} - a_1\right)\left(\frac{y}{x} - a_2\right)\cdots\left(\frac{y}{x} - a_m\right).$$

On pourrait faire en sorte que le résidu relatif à l'une des deux dernières asymptotes s'annulât encore, en égalant à zéro ce facteur constant; mais on ne pourrait plus alors disposer du résidu relatif à la dernière asymptote : il serait nul de lui-même.

» Ainsi : *Les résidus relatifs aux m asymptotes d'un lieu du degré m sont toujours liés entre eux par une relation telle, que si $m - 1$ d'entre eux sont nuls, le dernier l'est également et cette relation est la seule qui existe généralement.*

» *Conclusion.* — Lorsqu'un lieu de degré m dégénère en un système de m droites, il présente $\frac{m(m-1)}{2}$ points doubles et les coefficients de son équation satisfont à autant de conditions particulières.

» $m - 1$ de ces conditions expriment que les m résidus relatifs aux asymptotes sont nuls, puisqu'ils le sont en effet.

» Si ces $m - 1$ conditions cessaient d'être satisfaites, le lieu redeviendrait irréductible et chacune des $\frac{(m-1)(m-2)}{2}$ conditions restantes correspondrait toujours à la présence d'un point double. Ainsi le nombre maxi-

mum de points doubles d'un lieu irréductible de degré m est

$$\frac{(m-1)(m-2)}{2}.$$

» C'est en effet la formule à laquelle Riemann était arrivé; la démonstration qu'il en donne n'avait pas besoin de vérification, mais il est remarquable que la théorie des périodes, traitée par la méthode des conjuguées, y conduise si naturellement.

» Le nombre maximum des points doubles étant $\frac{(m-1)(m-2)}{2}$, il en résulte que le nombre total des périodes ultra-cycliques est $(m-1)(m-2)$. D'un autre côté, le nombre des périodes cycliques est $m-1$; par conséquent le nombre total des périodes est $(m-1)^2$; c'est-à-dire que la formule donnée par M. Jordan n'était pas, comme il semblait le craindre, susceptible de réduction. Je suis heureux de le constater, parce que c'est autant de repris aux Allemands.

» Cela posé, la solution du problème de la classification des quadratrices des courbes algébriques est maintenant complète.

» Les courbes de degré m quarrables algébriquement sont celles qui ont $\frac{(m-1)(m-2)}{2}$ points doubles et que leurs asymptotes coupent toutes en trois points situés à l'infini.

» Cette théorie, appliquée à l'équation générale du troisième degré, montre qu'en dehors du système de trois droites et des courbes paraboliques, la seule courbe de ce degré quarrable algébriquement est

$$y = \frac{ax}{2m}\sqrt{\frac{x+3m}{x-m}},$$

dont l'aire s'exprime en effet par

$$\frac{a(x+3m)}{4m}\sqrt{(x+3m)(x-m)}.$$

» Les courbes de degré m quarrables au moyen des fonctions circulaires seulement sont celles qui ont $\frac{(m-1)(m-2)}{2}$ points doubles. Ce sont celles que M. Hermite appelle unicursales; leurs quadratrices ont $m-1$ périodes cycliques au plus.

» Celles qui ont $\frac{(m-1)(m-2)}{2}-1$ points doubles sont quarrables par les intégrales elliptiques, etc.

» Cette théorie est, comme on voit, plus complète à la fois que celle de

M. Jordan et que celle de M. Clebsch; elle les remplace l'une et l'autre sans rien en emprunter et elle est infiniment plus simple.

» Elle ne procède absolument que de la méthode des conjuguées, et repose entièrement sur ce principe, que les périodes des intégrales sont les aires des anneaux fermés de la courbe réelle ou de ses conjuguées, que j'ai établi en 1851. »

M. Dumas communique à l'Académie des dessins adressés par M. *Max. Cornu*, qui a entrepris un nouveau voyage dans le midi de la France, pour étudier les transformations du *Phylloxera*, au moment où il se réveille de son engourdissement hivernal.

En annonçant l'envoi prochain du Mémoire qui doit accompagner ces planches, M. Dumas considère comme indispensable de faire connaître dès aujourd'hui aux viticulteurs que l'auteur insiste sur ce point, que c'est à cette époque de l'année qu'on pourrait sans doute attaquer l'insecte avec quelque chance de succès. Il a des téguments peu résistants; il n'a pas encore pondu et il possède une certaine activité vitale, qui le rend plus capable d'absorber les substances toxiques.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

M. A. Brachet adresse une nouvelle Note relative aux substances qui peuvent remplacer le *crown-glass* dans la construction des objectifs de microscope.

(Renvoi au Concours du prix Trémont.)

M. Oré adresse, pour le Concours des prix de Physiologie expérimentale, un Mémoire intitulé « Des injections intra-veineuses de chloral. Recherches expérimentales sur leur mode d'action, dans le tétanos produit par la strychnine et dans le tétanos traumatique ».

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *Meugy*, sur la ceinture nord-est du bassin pari-

sien, et sur les couches réputées tertiaires qui pourraient être associées au calcaire pisolithique du mont Aimé, près de Vertus;

2° Un ouvrage de M. *Duplessis*, intitulé « Traité du levé des plans et de l'arpentage »;

3° Deux brochures de M. *Broun*, imprimées en anglais, sur la variation diurne lunaire de la déclinaison magnétique à Trevandrum, et sur la période magnétique de vingt-six jours.

M. le Secrétaire perpétuel présente en outre, de la part de MM. *Delesse* et *de Lapparent*, le tome IX de la « Revue de Géologie ».

« Dans cet ouvrage, disent les auteurs, nous cherchons à donner un aperçu des nombreux travaux de Géologie qui se publient chaque année. Comme les précédents, le volume que nous offrons à l'Académie contient d'ailleurs quelques recherches inédites, particulièrement sur les roches. »

ASTRONOMIE. — *Nouvelles observations sur la théorie des cyclones solaires;* par M. E. Vicaire.

« En remerciant M. Faye d'avoir bien voulu prendre en considération la plupart des objections que j'ai émises au sujet de sa théorie des taches solaires, et de les avoir discutées avec une grande bienveillance, je demanderai la permission, vu l'importance du sujet, de revenir sur quelques-unes d'entre elles. Afin d'éviter tout ce qui pourrait sembler hypothétique, je ferai, aujourd'hui encore, abstraction complète des idées que je me suis formées sur la constitution du Soleil.

» En ce qui concerne la forme des taches, il résulte des remarques mêmes de M. Faye que j'aurais évité sa critique si, après avoir dit que la plupart des taches présentent des contours déchiquetés et des angles aigus, j'avais ajouté ces mots : « au moins dans certaines phases de leur existence. » Du reste si, au lieu de « la plupart », je dis seulement « beaucoup de taches », il me semble que l'argument n'en sera guère affaibli; car il suffirait à la rigueur qu'une seule tache bien caractérisée fût reconnue incompatible avec la théorie des cyclones pour qu'il devînt nécessaire de chercher autre chose.

» Il est facile de justifier ce que j'ai dit du trajet bien moindre parcouru par les rayons émanés du fond des taches, comparés à ceux qui rasent le bord solaire. Si nous appelons h l'épaisseur de l'enveloppe gazeuse qui recouvre la photosphère, d le trajet que parcourt dans cette enveloppe le

rayon rasant, d' celui d'un rayon émané du fond d'une tache dont la profondeur est p et qui occupe actuellement le centre du disque, enfin R le rayon solaire, nous aurons

$$d = \sqrt{h(2R + h)} \quad \text{et} \quad d' = h + p.$$

» Il est facile de vérifier que la différence $d - d'$, toujours positive, croît avec h; nous serons donc dans le cas le plus défavorable en réduisant h autant que possible. Or la moindre hauteur que l'on puisse admettre est celle de la chromosphère, car au-dessus d'elle il y a certainement autre chose que le vide absolu. Admettons encore, pour rester toujours au-dessous de la vérité, que cette hauteur soit égale à un rayon terrestre; attribuons cette même valeur à p, ce qui est à peu près le maximum indiqué par les observations, et exprimons tout en prenant ce rayon pour unité, auquel cas $R = 108,5$. Il vient

$$d = \sqrt{218} = 14,7, \quad d' = 2.$$

» Ainsi la différence $d - d'$ des deux trajets est environ 13 fois la profondeur de la tache, et si celle-ci se réduit à 0,57, valeur moyenne trouvée par M. Faye, le rapport devient égal à 23.

» Remarquons encore que le rayon rasant effectue la plus grande partie de ce trajet dans les couches inférieures les plus denses de la chromosphère, car, pour $h = \frac{1}{2}$, on a encore $d = 10,9$. D'ailleurs les gaz qui remplissent l'entonnoir ne sont pas dans des conditions de pression qui puissent en augmenter beaucoup le pouvoir absorbant, car, par le fait de l'aspiration, les surfaces de niveau doivent, comme je l'ai dit, être déprimées, et cela à peu près parallèlement à la photosphère elle-même.

» Quant à la première couche absorbante si mince, lorsqu'une fois elle a été enlevée dans l'étendue de la tache par l'aspiration supposée, on voit difficilement comment elle pourrait fournir à l'entonnoir « un mélange toujours renouvelé » des matériaux qui la constituent.

» J'ai insisté sur la distribution des taches aux diverses latitudes, parce que la cause assignée aux tourbillonnements par M. Faye étant extrêmement simple et agissant, en toute liberté, au sein d'une masse gazeuse sur laquelle ne s'exerce aucune action extérieure importante, il semble que l'effet devrait y répondre très-exactement, sauf des perturbations purement locales. Il n'en est rien cependant.

» En outre, il est certain que le maximum auquel conduirait cette théorie n'est pas à 28 degrés, ou tout au moins que cette valeur a été

obtenue par un raisonnement qui laisse à désirer. En effet, la vitesse à la latitude λ est donnée par une expression de la forme $A \cos\lambda - B \sin^2\lambda \cos\lambda$. M. Faye admet que la fréquence des tourbillons dépend de la variation du second terme; c'est dire qu'il n'y en aurait pas si ce second terme était constant. Or, pour qu'il n'y en eût pas, pour que le Soleil tournât comme un solide, il faudrait que ce terme se réduisît, non pas à B, mais à $B \cos\lambda$.

» La formule de M. Roche, qui paraît avoir été obtenue en partant de cette idée, place le maximum à 35 degrés.

» Du reste, je n'ai aucunement contesté les observations de M. Carrington sur les mouvements des taches; je n'ai pas contesté davantage la formule que M. Faye en a tirée, bien qu'elle soit peut-être un peu plus simple que la réalité et n'indique pas le minimum équatorial qu'on peut apercevoir dans les observations; mais je croyais, je l'avoue, énoncer une vérité au-dessus de toute contestation en disant que, les mouvements des taches ayant seuls été mesurés, c'était faire une hypothèse que d'attribuer à la photosphère tout entière les mouvements ainsi reconnus. M. Faye, lui-même, a constaté un mouvement particulier dans la première tache de chaque groupe. Le P. Secchi a généralisé cette observation :

« Il est remarquable, dit-il, que, en général, les taches ont des mouvements très-irréguliers, mais dirigés en avant dans les premiers jours de leur apparition. Elles deviennent plus régulières lorsqu'elles sont arrivées à prendre la forme d'entonnoir circulaire. Lorsqu'elles s'élargissent de nouveau, peu de temps avant de disparaître, elles font toujours un saut en avant (1). »

» Voilà bien des faits, et non pas seulement une manière de voir particulière, desquels il résulte que les mouvements des taches peuvent différer des mouvements généraux de la photosphère.

» J'ai cherché à montrer, par comparaison avec les cyclones terrestres, que la puissance d'aspiration des tourbillons solaires n'est pas en rapport avec les effets que M. Faye leur attribue. L'éminent académicien me répond que ces tourbillons ne sont gênés par aucun noyau solide ou liquide, et que de plus les masses en mouvement sont infiniment plus considérables que dans notre atmosphère; mais, si le globe terrestre limite évidemment la hauteur sur laquelle se fait sentir l'action des cyclones, il ne peut diminuer la dépression de chaque surface de niveau qu'en atténuant, par le frottement, l'intensité du mouvement gyratoire. Cette action peut-elle être bien grande? Ne doit-il pas arriver souvent, au contraire, que certains effets

(1) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 1121.

locaux des cyclones sont augmentés par les obstacles, comme cela a lieu pour les marées?

» D'autre part, si les masses en mouvement sont énormes dans le Soleil, les masses à entraîner ou à refouler sont exactement du même ordre de grandeur.

» Enfin M. Faye trouve dans les observations de M. Respighi la manifestation palpable d'un engouffrement de la chromosphère dans les taches. Peut-être cet abaissement de la chromosphère, à le supposer démontré, pourrait-il s'appliquer de bien des manières; mais il est formellement contesté par le P. Secchi. Dans une Lettre qu'il m'a fait l'honneur de m'adresser ces jours-ci, en me permettant de faire usage de son autorité, l'illustre astronome romain déclare que M. Respighi a été trompé par son instrument, et que la chromosphère est toujours plus élevée sur les taches qu'à une certaine distance, de sorte qu'on voit l'hydrogène *sortir et non s'engouffrer*. « C'est, dit-il en terminant, une erreur qu'il faut bannir de la » science ».

» Le raisonnement que M. Faye appelle *ma septième critique* serait en effet peu fondé si l'hydrogène aspiré par les tourbillons éprouvait une dilatation brusque au bas de sa course, comme cela arriverait pour un corps solide qui se vaporiserait tout d'un coup; mais les choses ne peuvent se passer ainsi. D'abord la variation totale de température qu'éprouve l'hydrogène se réduit à la différence qu'on peut supposer entre la chromosphère et les protubérances; peut-être n'est-elle pas assez grande pour donner beaucoup de prise à la force répulsive qu'admet M. Faye. En second lieu, l'échauffement ne peut pas se produire brusquement : il doit commencer pendant la descente, par le seul fait de la compression, tandis qu'un effet opposé doit se produire pendant l'ascension ultérieure; après cette descente, l'hydrogène doit parcourir, au contact de la photosphère, un long trajet horizontal; car, dans les grandes taches, le diamètre est égal à plusieurs fois la profondeur.

» Quant à mon objection relative à la segmentation, elle différait, au moins dans ma pensée, de celle du P. Secchi qui vise la réponse de M. Faye. Je ne m'occupe pas seulement des points lumineux qui partagent les taches, mais surtout de la portion de pénombre qui naît entre deux noyaux, et je dis : Les gaz qui occupent cet intervalle sont dans des conditions mécaniques de nature à produire un tourbillon bien plus violent que celu qui est censé former chacun des deux noyaux : donc, au lieu d'une pénombre, c'est une cavité plus profonde qui devrait s'y former.

» Je ne connais pas assez les cyclones terrestres pour pouvoir y suivre l'application de ce raisonnement, mais il me semble impossible qu'ils y échappent et qu'ils puissent coexister sans être séparés par de grands intervalles de calme, ou par des tourbillons tournant en sens contraire. C'est ainsi que deux roues d'engrenage ne peuvent tourner dans le même sens qu'à la condition d'être complétement indépendantes l'une de l'autre ou d'être reliées par une troisième roue tournant en sens inverse. »

ANALYSE. — *Mémoire sur les substitutions; par* M. C. **Jordan**.

« I. Nous avons démontré, dans un précédent Mémoire (*Journal de Liouville*, t. XVI), que le degré d'un groupe primitif G, ne renfermant pas le groupe alterné, mais contenant une substitution donnée A, qui déplace N lettres, ne saurait dépasser une certaine limite $L = N + M$. La quantité M est une fonction F (N) du nombre N, et nous avons donné une formule récurrente qui peut servir à la déterminer. Mais la limite ainsi trouvée est trop élevée, et il conviendra, dans chaque cas, de recourir, pour la resserrer, à des considérations spéciales.

» Nous examinons aujourd'hui le cas où l'ordre de A est un nombre premier p. Tous les autres cas peuvent se ramener à celui-là; car une substitution quelconque, élevée à une puissance convenable, donne une substitution d'ordre premier.

» Nous arrivons à ce résultat remarquable qu'*on peut assigner à* M *une limite qui ne dépend pas du nombre* p, *mais seulement du nombre des cycles de* A. Nous démontrons, en effet, qu'on peut déterminer deux fonctions de q, $\varphi(q)$ et $f(q)$, jouissant de la propriété suivante :

» *Le degré d'un groupe primitif* G, *ne renfermant pas le groupe alterné, mais contenant une substitution* A *d'ordre premier* p *et à* q *cycles, ne peut dépasser* $pq + \varphi(q)$, si l'on a $p > f(q)$.

» Donc en appelant $\mathfrak{F}(q)$ la plus grande des quantités $\varphi(q)$, $F(2q)$, $F(3q)$,..., $F[\varphi(q)q]$, on pourra prendre $\mathfrak{F}(q)$ pour limite supérieure de la quantité $M = L - pq$.

» La proposition précédente, dans le cas où $q = 1$, découle presque immédiatement comme corollaire du théorème fondamental démontré par M. Sylow dans son récent et beau Mémoire (*Mathematische Annalen*, t. V). On peut la démontrer par des procédés analogues pour $q = 2, 3, 4, 5, \ldots$ Nous avons reconnu de cette manière que, si q ne surpasse pas 5, on pourra poser

$$\varphi(q) = q + 1, \quad f(q) = q.$$

» Pour généraliser la démonstration, nous nous appuyons sur le lemme suivant (§ I de notre Mémoire) :

» *On pourra déterminer dans* G *une suite* A, B, C,... *de substitutions semblables à* A, *et dont chacune déplace quelqu'une des lettres que les précédentes laissaient immobiles; et si* $p > q$, *on pourra déterminer cette suite de telle sorte que chacune de ses substitutions successives ne contienne dans aucun de ses cycles plus d'une lettre nouvelle.*

» Cela posé, nous examinons successivement les différents cas qui peuvent se présenter, et nous établissons des formules récurrentes pour lier $\varphi(q)$ et $f(q)$ à $\varphi(q-1),\ldots,f(q-1),\ldots$ (§§ II à VI).

» De la discussion de ces formules (§ VIII), nous déduisons les inégalités suivantes :

$$\varphi(q) \overline{\overline{<}} \frac{2}{\log 2} q \log q + 2q, \quad f(q) \overline{\overline{<}} \mathrm{K},$$

K désignant la plus grande des deux quantités

$$\frac{2}{\log 2} q \log q + q + 1, \quad 9q.$$

» II. Les considérations précédentes permettent d'assigner une limite nouvelle et très-simple à la transitivité des groupes qui ne contiennent pas le groupe alterné. On en déduit, en effet, entre autres théorèmes, le suivant (§ I de notre Mémoire) :

» *Soit* p *un nombre premier impair. Un groupe de degré* $p+k$ *ne pourra être plus de* k *fois transitif, si* $k > 2$, *à moins de contenir le groupe alterné.*

» Une analyse plus difficile (§§ II et III) conduit à cet autre théorème plus général :

» *Soient* p *un nombre premier impair,* q *un entier premier à* p *et contenu entre* p^m *et* p^{m+1}. *Un groupe de degré* $p^n q + k$ *(ne contenant pas le groupe alterné) ne pourra être plus de* k *fois transitif, à moins qu'on n'ait* $k < 5$ *ou* $k \overline{\overline{<}} q$, *ou enfin qu'il n'existe un groupe contenu dans le groupe linéaire de degré* p^{m+n}, *et composé avec un groupe isomorphe au groupe alterné de degré* k.

» En discutant cette dernière condition (§ IV), on obtient l'inégalité suivante :

$$m + n \overline{\overline{<}} k - \frac{\log k}{\log 2} - 3.$$

» On voit immédiatement comment ces théorèmes peuvent être appliqués. Cherchons, par exemple, combien de fois un groupe de degré 100

peut être transitif. Le plus grand nombre premier inférieur à $100 - 2$ est 97. Appliquant le premier théorème pour $p = 97$, on voit que le groupe de degré $p + 3 = 100$ ne peut être plus de trois fois transitif. »

PHYSIQUE. — *Détermination nouvelle de la constante de l'attraction et de la densité moyenne de la Terre;* par MM. **A. Cornu** et **J. Baille**.

« Depuis la découverte de la loi de l'attraction universelle par Newton, un problème expérimental d'une grande importance s'est naturellement posé aux astronomes et aux physiciens, à savoir : la détermination de la valeur numérique de la constante qui exprime l'attraction réciproque de deux unités de masses placées à unité de distance.

» La détermination de cette constante désignée par f présente un intérêt tout spécial en Astronomie. En effet, la troisième loi de Képler permettrait d'obtenir directement la valeur de la masse totale de deux corps réagissant l'un sur l'autre, d'après la connaissance de deux éléments de leur mouvement relatif, le demi-grand axe a de l'orbite et le temps T d'une révolution, si l'on connaissait avec précision la valeur de f; car on a la relation

$$\frac{a^3}{T^2} = f\frac{(m + m')}{4\pi^2}.$$

» Faute de connaître cette constante avec une exactitude suffisante, les astronomes ne déterminent que les rapports des masses des différents éléments du système solaire, soit par une double application de cette formule aux planètes ayant des satellites, soit d'après des calculs de perturbations. La valeur absolue des masses des corps célestes, nécessaire pour la connaissance de leur densité, n'est possible que par la détermination de la masse absolue ou de la densité moyenne Δ de la Terre liée à la constante de l'attraction par la formule (*)

$$f\Delta = \frac{3}{4}\frac{g}{\pi R}.$$

» C'est donc à la détermination de f que se réduit, en dernière analyse, la solution de cet important problème, et la méthode expérimentale con-

(*) En effet, si l'on applique la loi de Newton à deux corps quelconques, de masses m, m', on a $F = fmm' : r^2$; si l'un d'eux n'est autre que la Terre, on a $p' = fMp' : gr^2$ ou $f = gR^2 : M$. En comparant la masse M de la Terre à un égal volume d'eau et appelant Δ le quotient ainsi obtenu, on trouve la formule citée.

siste dans l'évaluation en unités absolues de l'attraction réciproque de deux masses données.

» La méthode de la déviation de la verticale imaginée par Bouguer et La Condamine n'a donné à Maskelyne qu'un résultat approximatif ($\Delta = 4,5$). La méthode de la balance de torsion paraît beaucoup plus précise.

» Les premières expériences, conçues par Mitchell, furent exécutées par Cavendish (1798), plusieurs années après les belles recherches de Coulomb (1787) sur la mesure des petites forces, à l'aide de la balance de torsion ; l'illustre physicien anglais trouva comme moyenne de ses expériences, au nombre de vingt-neuf, $\Delta = 5,48$; ce qui donne, pour $f : g^2 = 0,0^{11}682$ (en prenant pour unités le mètre et le gramme). Ces expériences furent reprises en Allemagne par M. Reich (Freiberg, 1838) : le principal perfectionnement consistait dans l'addition d'un miroir pour la mesure des déviations ; une première série donna comme résultat 5,44, qu'il corrigea plus tard en l'élevant à 5,49 ; une deuxième série (1849), 5,58.

» Dans l'intervalle parut un travail considérable de l'astronome anglais Baily sur le même sujet (1843). Les expériences faites avec un appareil identique à celui de Cavendish se recommandent par leur nombre et le soin avec lequel elles ont été exécutées. La moyenne générale fournit $\Delta = 5,67$; mais elles offrent une erreur systématique dont il sera parlé plus loin.

» L'importance de la question, tant en Physique qu'en Mécanique et en Astronomie, nous a semblé mériter une étude nouvelle, d'autant que la méthode expérimentale en elle-même est applicable non-seulement à la mesure de la constante de l'attraction, mais encore à une foule d'autres déterminations physiques.

» Nous avons donc commencé par une étude complète de la balance de torsion, surtout au point de vue des *mesures absolues*. Dans le Mémoire que nous aurons l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, nous décrirons en détail les précautions minutieuses nécessaires pour obtenir une balance de torsion dans les meilleures conditions de sensibilité et de précision ; les points que nous avons étudiés particulièrement sont, outre les conditions d'établissement du fil, du levier, etc., l'annulation des causes perturbatrices les plus influentes et la loi de la résistance de l'air. Cette partie de notre travail mérite une Communication spéciale que nous ferons prochainement ; les résultats principaux ont été les suivants : d'abord, au point de vue théorique, la vérification de la loi de la résistance de l'air ; *dans un espace assez étendu, cette résistance est proportionnelle à la vitesse*, ce qui permet de corriger avec sécurité les perturbations qu'elle occasionne ;

ensuite, au point de vue pratique, la réduction du coefficient d'extinction des oscillations dû à cette cause par une forme convenable de levier, extinction qui a souvent gêné les expérimentateurs cités plus haut.

» Après ces études préliminaires, nous avons construit les appareils définitifs destinés aux mesures de la constante de l'attraction et de la densité de la Terre : nous nous sommes proposé de rechercher une disposition aussi différente que possible de celle de nos devanciers, tout en profitant de leurs perfectionnements, afin de varier les conditions de l'expérience.

» Les appareils sont installés dans une des caves de l'École Polytechnique, ainsi que nous l'avons indiqué dans une précédente Communication (20 juin 1870). Le levier de la balance de torsion est un petit tube d'aluminium de 50 centimètres de longueur, portant à ses deux extrémités deux boules de cuivre rouge pesant chacune 109 grammes. Un miroir plan fixé en son milieu permet d'observer avec une lunette une échelle placée à $5^m,60$. Le fil de torsion est en argent recuit; il a $4^m,15$ de hauteur, et il est en place depuis le mois de septembre 1871 : le temps d'une oscillation double du levier est de $6^m 38^s$ environ.

» La masse attirante est formée par du mercure contenu dans deux sphères creuses de fonte de 12 centimètres de diamètre, soigneusement travaillées : par aspiration on fait passer le mercure de l'une des sphères dans l'autre, de façon à doubler l'effet de l'attraction.

» Les principaux perfectionnements apportés aux appareils de Cavendish, de Reich et de Baily sont :

» 1° La réduction au quart des dimensions de ces appareils; on voit, en discutant la formule qui exprime la déviation, qu'on a tout bénéfice à cette réduction, car dans *des appareils géométriquement semblables (le temps d'oscillation du levier restant le même) la déviation est indépendante du poids des boules suspendues et en raison inverse des dimensions homologues.*

» Grâce à cette remarque, nous avons pu réduire à 12 kilogrammes la masse attirante, au lieu de deux fois 158 kilogrammes, employés par Cavendish. Au point de vue de la vérification de la généralité de la loi de Newton, la réduction des distances est encore avantageuse.

» 2° L'emploi du mercure, qui permet le déplacement de la masse attirante sans choc ni trépidations, ce qui rend la manœuvre de l'inversion excessivement facile.

» 3° L'élimination des perturbations électriques par la construction métallique de toutes les parties de l'appareil et leur communication constante avec le sol.

» Enfin l'enregistrement électrique de la loi complète du mouvement d'oscillation du levier qui facilite les observations en dispensant l'observateur de compter le temps, et qui permet de conserver, sous forme de tracés graphiques, toutes les circonstances qui ont accompagné l'observation.

» Nous avons effectué un grand nombre de déterminations; nous donnons ici le résultat du relevé de plus de deux cents oscillations doubles, formant vingt groupes, appartenant à deux séries : l'une comprenant les groupes d'observations faites pendant les mois d'été, juillet et août 1872; l'autre pendant les mois d'automne et d'hiver 1872-1873 :

La série d'été donne... $\frac{f}{g^2} = 0{,}0^{11}6760, \quad \Delta = 5{,}56;$

La série d'hiver...... $\frac{f}{g^2} = 0{,}0^{11}6836, \quad \Delta = 5{,}50.$

» La concordance des résultats partiels est très-satisfaisante; l'écart moyen dans la série d'été est de 1,25 pour 100 environ; dans l'autre, où les conditions atmosphériques (et la présence d'un grand nombre d'élèves à l'École) gênent un peu les observations, l'écart est de 1,50 p. 100.

» La petite divergence de 1 pour 100 entre les moyennes des deux séries s'explique par une légère flexion du levier qui a diminué un peu son moment d'inertie. En conséquence, la première série est préférable; aussi croyons-nous son résultat exact à moins de 1 pour 100 près.

» Nos expériences tendent donc à confirmer le nombre donné par Cavendish; celui de Baily serait notablement trop élevé; mais, comme nous l'avons dit plus haut, ses résultats partiels sont entachés d'une erreur systématique. Les valeurs de la densité obtenues avec des boules de masse croissante décroissent, suivant une loi presque régulière, depuis 6,02, obtenue avec un levier seul, jusqu'à 5,60, obtenue avec la boule la plus lourde : l'erreur résulte donc vraisemblablement d'une appréciation inexacte de l'attraction du levier, et dont l'influence serait nulle si la masse du levier était négligeable vis-à-vis de celle de la boule. En vue de corriger cette erreur, nous avons calculé cette valeur limite en appliquant une formule empirique représentant la loi précédente; nous avons trouvé $\Delta = 5{,}55$, c'est-à-dire un nombre très-voisin de celui de Cavendish, de la moyenne des résultats de M. Reich, et de celui que nous trouvons nous-mêmes.

» Nous concluons donc de ces premières recherches que la densité moyenne de la Terre est représentée par 5,56, et, à l'aide d'une interprétation convenable des observations de Baily, nous rétablissons une concordance complète entre tous les résultats obtenus jusqu'à ce jour.

» Nous sommes occupés actuellement à continuer ces expériences et surtout à en varier les conditions : la nécessité d'opérer de nuit et d'attendre des circonstances météorologiques favorables empêche de les conduire aussi rapidement que nous le désirerions; mais la longueur même du temps que nous y avons déjà consacré, et que nous devons y consacrer encore, témoigne du soin que nous voulons apporter à ces observations difficiles et augmente la confiance qu'on peut leur accorder. »

PHYSIQUE. — *Note sur les effets produits par les courants sur le mercure immergé dans différentes solutions;* par M. **Th. du Moncel.**

« Dans ma dernière Communication, j'ai montré que le mercure, en absorbant de l'hydrogène, peut, dans certaines conditions, développer des courants locaux de polarisation très-énergiques. J'ai voulu mesurer l'intensité de ces courants avec les différentes solutions, ce qui m'a conduit à étudier les courants secondaires créés par la polarisation des électrodes. Voici les résultats auxquels je suis parvenu :

» 1° Quand on fait passer le courant d'une pile de 8 éléments Chutaux à travers un électrolyte constitué par de l'eau de fontaine ordinaire, et dont les électrodes sont représentées d'un côté par une large goutte de mercure mise en communication avec le fil négatif de la pile, et de l'autre côté par un fil de platine mis en rapport avec le pôle positif, le courant de polarisation qui résulte de la fermeture du circuit secondaire, après cinq minutes d'action du courant de la pile, et à travers un circuit métallique de 12 kilomètres de fil télégraphique, fournit une intensité représentée au début par 7 ou 8 degrés d'une boussole des sinus à multiplicateur de 24 tours de spires. Ce courant diminue rapidement d'intensité et au bout de trois minutes il est à peine appréciable. En substituant au mercure une lame de platine de même surface, l'intensité de ce courant est notablement moindre (3 ou 4 degrés) et il disparaît également beaucoup plus vite, ce qui montre déjà que le mercure condense plus d'hydrogène que le platine. Avec de l'eau acidulée au dixième de son poids, l'intensité du courant de polarisation a été moindre qu'avec l'eau de fontaine, aussi bien avec le mercure qu'avec la lame de platine, et il a disparu également plus vite, bien que le dégagement gazeux ait été beaucoup plus abondant.

» 2° Avec une solution saturée de chlorure de sodium, c'est-à-dire avec de l'eau salée au quart de son poids, le courant de polarisation, après cinq minutes d'action du courant de la pile, a atteint moyennement une inten-

sité de 25 degrés au début (avec le mercure) et a pu se maintenir pendant environ un quart d'heure. Les moyennes de ces intensités, pendant ce laps de temps, ont été de 20°40′ deux minutes après l'interruption du courant de la pile, 11°25 au bout de cinq minutes, 4°50′ au bout de dix minutes, enfin zéro après quatorze minutes. Cet effet énergique et prolongé montre bien que l'action du couple gazeux *chlore oxygène* et *hydrogène* n'existe pas seule dans l'effet produit, et que la réaction sur le mercure de l'acide chlorhydrique successivement formé par la combinaison des deux gaz doit aussi intervenir, ainsi que je l'avais avancé dans ma dernière Communication. On peut, du reste, en avoir la preuve en substituant une lame de platine au mercure, car le courant de polarisation qui se produit alors au début indique à peine 9 degrés d'intensité et disparaît au bout d'une minute de fermeture du circuit secondaire.

» 3° Avec la solution de potasse du commerce, salée également au quart de son poids, les effets produits ont été semblables aux précédents. Ainsi l'intensité du courant de polarisation, après une action de cinq minutes du courant de la pile, a été au début 26 degrés; après deux minutes d'interruption de ce courant, 14 degrés; au bout de cinq minutes, 7°45′; enfin zéro au bout de quatorze minutes.

» 4° Avec la solution de cyanure de potassium à 3 p. 100, l'intensité du courant de polarisation au bout de cinq minutes d'action du courant de la pile a été environ 18°45′; au bout de deux minutes, 13 degrés; au bout de cinq minutes, 11 degrés, et est devenue nulle après douze minutes.

» 5° Avec la solution de chlorhydrate d'ammoniaque dans laquelle le sel entre pour un quart du poids de l'eau, les effets sont très-particuliers, car on obtient aussitôt après l'action de la pile un courant secondaire très-énergique, dont l'intensité varie de 45 à 56 degrés, mais qui disparaît avec une telle rapidité, qu'au bout de deux minutes il ne fournit plus qu'une intensité de 3°30′, et il ne laisse plus de traces après cinq minutes. Cet effet tient sans doute à l'instabilité de l'amalgame d'ammonium qui s'est formé sous l'influence du courant de la pile et qui disparaît lui-même avec une grande promptitude en provoquant une action énergique s'exerçant dans le même sens que l'action dépolarisante. Pour qu'on puisse apprécier l'énergie de cette action, il me suffira de dire que l'intensité du courant d'une pile à bichromate de potasse, placée dans les mêmes conditions de circuit extérieur, n'est guère plus considérable.

» Je dois encore ajouter que l'on peut obtenir un courant de polarisa-

tion par l'intermédiaire seul du mercure qui a servi d'électrode négative, sans que l'autre électrode ait servi au dégagement des gaz; mais son action n'est pas assez énergique pour provoquer les courants locaux dont j'ai parlé dans ma précédente Communication. Comme le couple gazeux qui donne naissance à ces derniers courants a son circuit directement fermé par le mercure, l'électrode de platine mise en communication par un fil avec la surface mercurielle ne peut donner lieu à aucun courant.

» D'après les actions énergiques produites par les solutions dont nous venons de parler, il est facile de comprendre qu'on peut former avec elles des couples à gaz et des batteries de polarisation plus énergiques que ceux qui ont pour base l'oxygène et l'hydrogène; toutefois ils ne peuvent atteindre l'énergie des couples secondaires de M. Planté, qui constituent par le fait de véritables éléments au peroxyde de plomb et hydrogène.

» Je n'ai pas la prétention, dans les chiffres que j'ai donnés précédemment pour représenter les intensités des courants de polarisation que j'observais, de représenter les valeurs exactes de leur force électromotrice : je compte faire des études plus complètes à cet égard; toutefois, on pourra s'en faire une idée approximative en considérant que l'intensité du courant d'une pile de Daniell de petit modèle, traversant la même résistance métallique, peut être représentée, avec la même boussole des sinus, par 29° 49'.

» Afin de faire la part de l'action électrochimique produite au contact du mercure et des différentes solutions que j'étudiais, j'ai cherché à mesurer le courant qui pouvait être produit sous cette seule influence, en employant le même circuit extérieur et la même boussole rhéométrique. J'ai reconnu que, sauf la solution concentrée d'azotate d'ammoniaque, qui fournissait une déviation normale de 3° 43' et un courant de polarisation très-fugitif de 15 degrés au début, toutes les autres solutions étaient sans action apparente sur la boussole en question. Les effets constatés étaient donc bien la conséquence de la polarisation des électrodes. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'irradiation.* Extrait d'un Mémoire de M. **F.-P. Le Roux.**

« Les auteurs qui ont écrit sur l'Optique physiologique comprennent sous le nom d'*irradiation* un certain ensemble de phénomènes, présentant le caractère commun de pouvoir se ramener à un seul principe, qui serait celui-ci : *Les surfaces très-vivement éclairées paraissent plus grandes que des surfaces égales moins lumineuses.*

» Par exemple, le croissant de la Lune paraît appartenir à un disque plus grand que la partie éclairée par la lumière cendrée; — de deux demi-cercles parfaitement égaux, juxtaposés suivant le diamètre commun, l'un blanc sur fond noir, l'autre noir sur fond blanc, le premier paraît plus grand que l'autre; — si l'on projette sur la flamme d'une lampe le bord d'un écran, la flamme paraît empiéter sur l'écran, et, si cette flamme possède en quelque endroit une plus grande intensité, comme cela a lieu sur les bords de la flamme d'une lampe à mèche cylindrique, il semble qu'en cet endroit l'écran présente de véritables échancrures; — dans un damier, les angles des carrés blancs paraissent reliés par une sorte de pont lumineux; etc.

» Des explications diverses ont été proposées pour expliquer ces phénomènes, mais personne n'a jamais avancé que de telles apparences ne fussent pas nécessaires. Or, dans l'étude de ces phénomènes, dits d'irradiation, c'est précisément leur caractère adventif que j'ai été amené à reconnaitre. Ainsi je puis, à volonté, voir la circonférence de la partie éclairée de la Lune se raccorder exactement avec celle de la partie obscure; voir le demi-disque blanc ne débordant plus sur le demi-disque noir; la flamme peut cesser d'échancrer le bord de l'écran; les angles des carrés blancs de paraitre reliés par un ligament blanc; il y a mieux, les apparences peuvent changer, et ce sont, au contraire, les angles noirs qui peuvent sembler réunis par un ligament noir.

» Mais, par une compensation qui paraîtra tout d'abord singulière, il arrive, lorsqu'il s'agit de la contemplation d'objets symétriques, du croissant lunaire, par exemple, des deux demi-disques, etc., que, si l'on annule l'effet d'un côté, il paraît au moins doublé de l'autre.

» Mes expériences donnent à la théorie de l'irradiation une direction nouvelle. J'y ai été amené par cette idée, qu'avant de rechercher l'explication physiologique d'aucun phénomène de la vision, il fallait déterminer s'il se passait dans le champ de la *fovea centralis* ou dans celui du restant de la rétine, champ de la vision plus ou moins indistincte. J'ai alors reconnu, ce qui était d'ailleurs confirmé par les estimations angulaires, que toutes les expériences d'irradiation rapportées par les auteurs intéressaient le champ de la vision indistincte; pour le champ de la vision distincte, l'irradiation, telle que la définissent les expériences précitées, n'existerait pas, du moins à un degré sensible. Il est excessivement remarquable que tous les observateurs aient jusqu'ici opéré de la même manière, qui consiste à équilibrer les sensations à la périphérie de l'objet contemplé; mais alors le champ de la vision distincte se trouve désintéressé, les bords qui sont le

lieu des phénomènes se trouvent plus ou moins avancés dans le champ de la vision indistincte. Cette propension naturelle que nous avons à équilibrer les sensations périphériques tient évidemment à ce que la netteté de la perception va en décroissant suivant une progression rapide à partir de la *fovea centralis*. Voilà pourquoi, lorsque je fixe l'une des cornes du croissant lunaire, c'est-à-dire lorsque je l'amène dans le champ de la *fovea centralis*, je vois son contour se raccorder parfaitement avec celui de la partie faiblement éclairée; autrement dit, tout effet d'irradiation disparaît, mais à l'autre corne l'irradiation paraît plus que doublée.

» Il y aurait à dire bien des choses sur les propriétés du champ de la vision indistincte, et sur la discussion des différentes expériences se rapportant à l'irradiation; mais il est peut-être d'un intérêt plus actuel de considérer particulièrement ce qui se passe, même dans le champ de la vision distincte, lorsque les contours de deux surfaces s'approchent d'êtres tangents. J'ai cité plus haut l'expérience qui consiste à contempler le sommet commun de deux angles droits, soit blancs, soit noirs; tous les auteurs rapportent, comme un effet de l'irradiation, que l'on voit les deux sommets blancs réunis par un ligament blanc; or je puis le voir ainsi, mais je puis aussi voir les choses conformes à la réalité géométrique, et aussi je puis voir les deux surfaces noires raccordées par un ligament noir. Ce que ces expériences offrent d'ailleurs de particulièrement remarquable, c'est que, une fois que l'on a obtenu un aspect déterminé, dans une position donnée, non-seulement on le conserve facilement, mais encore il faut un certain effort pour en obtenir un autre.

» C'est évidemment un phénomène de ce genre qui se passe dans l'observation des passages de Vénus sur le Soleil. Sans doute, la production du ligament, sur lequel on a déjà tant discuté, dépend, en partie, de l'imperfection des appareils optiques; mais j'ai parfaitement constaté, après d'autres observateurs, notamment MM. Volff et André, que le même phénomène se produit aussi dans la contemplation, à l'œil nu, du contact de deux corps opaques se projetant sur un fond éclairé. Seulement, et c'est là un point que je crois entièrement nouveau, une attention soutenue amenant sans doute une plus grande perfection dans l'accommodation me permet de faire disparaître le ligament; l'intervalle existant entre les deux corps opaques peut alors se résoudre en un filet lumineux excessivement ténu et comme ponctué.

» J'en suis amené à conclure que le phénomène du ligament accompagne une accommodation imparfaite, et une illusion du jugement nous fait regarder cette apparence comme définitive, de telle sorte que l'œil cesse

toute espèce d'effort pour obtenir une autre sensation. Dans les observations du passage de Vénus, cette cause doit d'autant plus fortement agir sur un organe fatigué par une contemplation prolongée, qui fait changer d'instant en instant les conditions subjectives de l'accommodation. Or, lorsqu'on a l'œil à une lunette, la mise au point n'est pas aussi aisée que dans la vue à l'œil nu; dans ce dernier cas, nous avons deux moyens pour parfaire la mise au point, à savoir les modifications inconscientes de l'œil et la variation de la distance que nous permet d'obtenir le mouvement de la tête; au contraire, lorsqu'on observe dans une lunette, l'habitude nous tient l'œil en quelque sorte collé à l'oculaire, et si la fatigue ou toute autre cause nous rend l'accommodation insuffisante, il ne reste pour ressource que la mise au point par l'oculaire; or la délicatesse qu'exige le maniement de celui-ci est peu compatible avec l'émotion qu'entraîne l'observation d'un phénomène longtemps attendu, instantané et qui ne doit pas se renouveler.

» En résumé, dans l'étude que j'ai faite de l'irradiation, j'ai reconnu que ce phénomène est spécial au champ de la vision indistincte; qu'il augmente à mesure qu'on s'éloigne de la *fovea centralis;* que pour cette portion de la rétine les phénomènes d'irradiation, tels que les décrivent les auteurs, n'existent pas; que pour elle il n'y a d'autre irradiation que celle qui provient des limites de l'acuité de la vision; que pour le champ de la vision indistincte l'irradiation est encore une question d'acuité de vision; qu'elle s'explique physiologiquement par l'espacement progressif des éléments sensibles de la rétine lorsqu'on s'éloigne de la *fovea centralis,* lieu de leur maximum de concentration. Quant à la production des ligaments obscurs entre des contours opaques, ce n'est pas un phénomène d'irradiation, car alors ce serait une irradiation négative, ce qui n'aurait aucun sens; c'est un phénomène d'imperfection d'accommodation : il se produit dans la contemplation à l'œil nu aussi bien que dans les lunettes, mais on peut le voir cesser ou aussi l'exagérer en faisant varier l'accommodation; entre autres faits intéressants à ce sujet, je dois citer l'observation que j'ai faite d'un ligament obscur isolé de chacun des contours par un filet lumineux. »

ZOOLOGIE. — *Reproductions hybrides d'Échinodermes;* Note de M. A.-F. MARION, présentée par M. Milne Edwards.

« La pénurie d'observations relatives à l'hybridité, chez les animaux inférieurs, constitue une lacune des plus regrettables, puisque le résultat

des unions croisées a été considéré par beaucoup de naturalistes comme le seul critérium de la valeur réelle des groupes génériques ou spécifiques. Il est vrai que les phénomènes bien connus d'infécondité, de retour et de postérité limitée, semblent *a priori* être l'effet naturel de la distance proportionnelle des êtres entre eux, telle que nos classifications s'efforcent de la représenter, mais cette donnée théorique ne dispense pas de réclamer de l'expérimentateur des preuves d'autant plus nécessaires, que l'ensemble des Invertébrés est resté jusqu'à ce jour pour ainsi dire hors de cause et comme inaccessible à cet ordre de recherches. L'hybridation n'existerait-elle pas pour ces êtres chez qui l'acte reproducteur dépend le plus souvent de la rencontre fortuite des deux éléments sexuels? Ce phénomène, justement parce qu'il consacre une déviation aux lois ordinaires, nécessite sans doute entre les deux espèces parentes un certain degré d'affinité organique qui les dispose à se rechercher; mais se manifeste-t-il également parmi des animaux destinés par leur mode de fécondation à demeurer dans l'isolement et dont les fils ne dérivent qu'indirectement des produits maternels? En d'autres termes, pouvons-nous supposer d'avance que les différences physiologiques, exprimées par les faits de génération alternante, soient de nature à établir, entre deux espèces congénères d'Invertébrés, une barrière plus infranchissable que celle qui sépare deux types voisins choisis parmi les animaux supérieurs? Il est impossible de répondre à une question ainsi posée, faute d'observations catégoriques.

» Je crois donc devoir exposer brièvement les résultats que j'ai obtenus, en expérimentant dans ce sens sur les Rayonnés du groupe des Échinides réguliers, si bien représenté dans le golfe de Marseille par diverses formes de l'ancien genre *Echinus*. L'espèce la plus connue, recherchée pour la consommation, le *Toxopneustes lividus*, doit être considérée comme essentiellement littorale. Fréquente déjà dans les petites anses éloignées de la ville, elle abonde surtout dans les prairies de Zostères par 5, 6 et 7 brasses, sans jamais s'égarer sur les graviers ou dans la vase. On recueille cependant vers les régions herbeuses plus profondes, jusqu'à 18 brasses, quelques rares individus de petite taille, associés aux *Psammechinus pulchellus* qui apparaissent dans ces mêmes prairies par 10 brasses de profondeur. Ces deux espèces possèdent donc, avec des aptitudes un peu différentes, des stations bien distinctes de celles fréquentées par les *Sphærechinus brevispinosus*, qui ne s'engagent qu'exceptionnellement au milieu des Posidonies, tout en étant très-nombreux sur le pourtour de ces massifs, dans les débris végétaux décomposés qui jonchent les fonds sablonneux. Ce n'est enfin

que bien plus bas, à 25 et 35 brasses, qu'il est possible de trouver l'*Echinus melo*, toujours très-éloigné des autres espèces. On comprend l'importance et les effets de cette distribution. Du reste les moments de maturité sexuelle, différents pour ces quatre Rayonnés, rendent plus régulières les rencontres normales des éléments reproducteurs. En effet, les ovaires et les testicules du *Toxopneustes lividus* ont atteint déjà tout leur développement vers le milieu de janvier et conservent longtemps leur activité; les *Psammechinus pulchellus* produisent en mars et en avril quelques ovules et du sperme bien constitué, tandis qu'en ce moment les *Sphærechinus brevispinosus* ne possèdent que des glandes sexuelles imparfaites. On peut toutefois découvrir certains individus à maturation hâtive qui permettent de reconnaître les phénomènes occasionnés par des imprégnations illégitimes. Je me propose de présenter uniquement dans cette Note un résumé rapide des expériences opérées, sur les deux espèces les plus voisines, durant plusieurs années consécutives.

» Si l'on soumet, aux mois de mars et d'avril, les ovules du *Sphærechinus brevispinosus* à l'influence des spermatozoïdes du *Toxopneustes lividus*, on n'obtient que des résultats à peu près négatifs. Quelques œufs manifestent à peine un commencement de segmentation irrégulière qui s'arrête aussitôt. Le contact du sperme des individus de même espèce ne produit du reste sur ces éléments sexuels femelles qu'un effet analogue. Il est juste de remarquer que l'examen anatomique explique cet insuccès, qui dépend de l'imperfection des ovules. Cependant on trouve à cette époque dans le *Sphærechinus brevispinosus* des glandes mâles contenant des filaments spermatiques très-agiles, que j'ai pu dès lors rapprocher, avec espoir de réussite, des ovules adultes pris dans l'intérieur des *Toxopneustes lividus*. Les spermatozoïdes s'engagent immédiatement dans la zone mucilagineuse qui entoure le vitellus; aussitôt se déclarent les mouvements désordonnés précurseurs de la segmentation, qui commence trois heures après l'imprégnation et se continue avec une régularité parfaite. Les cellules vitellines se groupent à la périphérie, l'embryon se constitue et l'éclosion s'effectue vingt-trois heures après l'action des filaments spermatiques. Les fécondations normales, opérées en même temps et d'une manière comparatives, fournissent des faits entièrement concordants. Les embryons hybrides nagent rapidement, leur masse framboisée, très-opaque, cache la cavité centrale que j'ai pu reconnaître par compression. L'évolution de ces larves s'accélère deux jours après l'éclosion. Quelques-unes présentent des protubérances monstrueuses, mais elles périssent bientôt et je ne trouve plus le

quatrième jour que des embryons pyriformes, dans lesquels les tiges cristallines prennent naissance. Les trois dilatations de l'appareil digestif deviennent visibles et j'observe enfin de véritables *Pluteus* hybrides, ne différant que par des détails de contour peu importants des *Pluteus* normaux qui subissent dans des vases spéciaux un développement parallèle. Mais l'impossibilité de conduire ces larves au delà d'une certaine phase critique dans les éducations artificielles a été reconnue déjà par Khron, Derbés et Muller. Sept jours après l'éclosion, les altérations pathologiques inévitables apparaissent et bientôt les *Pluteus* normaux, aussi bien que les hybrides, perdent leurs spicules, deviennent globuleux et se décomposent. Cependant l'existence, même passagère, de ces embryons, dont la perte ne peut être attribuée à l'influence du croisement, constitue un fait dont l'importance n'a pas besoin d'être démontrée et qui méritait d'obtenir une place dans l'histoire à peine ébauchée des reproductions hybrides. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur la structure de la trompe d'un Némertien hermaphrodite, provenant des côtes de Marseille.* Note de M. E. ZELLER, présentée par M. Milne Edwards.

« M. Marion a décrit, sous le nom de *Borlasia Kefersteinii*, un curieux Némertien, dont l'étude constate d'une manière certaine l'hermaphrodisme accidentel des *Turbellariés* de ce groupe. L'importance de ce fait anatomique m'engage à présenter à l'Académie le résultat de quelques recherches entreprises au laboratoire de l'École pratique des Hautes Études de Marseille, sous la direction de M. Marion, et à la suite desquelles il a été reconnu que la Borlasie parasite de la *Phallusia mamillata*, si fréquente dans le golfe, doit être réunie à la *Borlasia Kefersteinii*, dont elle présente la même disposition sexuelle. Il sera donc possible de retrouver facilement, à l'avenir, cette espèce, qui existe toujours en grand nombre sur le tissu branchial des Ascidiens. L'étude anatomique de plus de soixante individus m'a dévoilé quelques particularités, souvent peu saisissables, relatives à la structure et aux fonctions de la trompe.

» La trompe très-développée s'étend dans la région dorsale de l'animal, depuis les ganglions jusqu'aux environs de l'anus, où elle se recourbe, pour venir se fixer aux parois de la cavité générale.

» J'ai distingué cinq parties, savoir : 1° une région protractile; 2° un bulbe du stylet; 3° une poche à venin; 4° une région glandulaire; 5° une région musculaire.

» Les parois des quatre premières parties de cet organe sont formées par des muscles longitudinaux et transversaux; la région musculaire semble constituée entièrement par des muscles longitudinaux.

» La région protractile égale environ le tiers de la longueur totale de la trompe, elle passe entre les commissures des ganglions cérébraux, se réfléchit et se fixe par sa position terminale à la membrane qui recouvre ces ganglions. On distingue sur son enveloppe musculaire une couche homogène transparente, hérissée de papilles assez épaisses, en forme de mamelons plus ou moins allongés, sur lesquels je n'ai point observé de cils vibratiles.

» En arrière de cette région se trouve le bulbe du stylet, de forme plus ou moins arrondie, au centre duquel est disposé l'appareil d'attaque. La pointe, très-effilée, s'enfonce par une petite ouverture dans la partie inférieure de la partie protractile. Elle est enchâssée à sa base dans une sorte d'anneau ou bourrelet qui surmonte le manche. La masse de ce manche apparaît granuleuse et brunâtre.

» Le stylet ne flotte pas librement au centre du bulbe. Il est placé dans une poche, ayant la forme de deux troncs de cône situés l'un au-dessus de l'autre; celui dans lequel joue le manche arrive à peu près à la hauteur du bourrelet. Les bords de cette poche paraissent reliés au manche par des muscles destinés à faciliter les mouvements du stylet.

» Des deux côtés de la région supérieure du bulbe se trouvent les poches styligènes, au nombre de trois. Ce sont des cavités ovoïdes, dont deux sont placées horizontalement de chaque côté de la base du manche avec des canaux qui, partant de l'extrémité voisine du socle du stylet, se dirigent vers sa pointe (je n'ai pu déterminer exactement le lieu où ces canaux viennent déboucher). La troisième était à droite, et placée verticalement. Elles contiennent le plus souvent trois dards; mais chez plusieurs individus j'en ai trouvé quatre et même cinq entourés de leur anneau basilaire, et disposés suivant le grand axe des poches, d'une manière symétrique.

» J'ai remarqué plusieurs fois dans ces poches, comme Claparède l'avait constaté en 1869 dans la *Tetrastemma varicolor*, la présence d'une vésicule transparente; plusieurs fois également j'ai vu cette vésicule contenir un dard en voie de formation, comme Claparède, Schultze et Keferstein l'ont signalé dans d'autres espèces.

« Chez tous ces Némertiens, j'ai constaté, au-dessus de l'appareil stylifère, une couche plus ou moins noirâtre, qui est sans doute un appareil sécréteur. Dans les individus dont le stylet était en voie de formation, cette

couche m'a paru plus épaisse. Elle enveloppait entièrement les poches styligènes. La masse qui sépare ces poches des muscles d'enveloppe est constituée par de fines granulations pigmentaires.

» La poche à venin fait suite au bulbe du stylet; elle est arrondie, et la couche musculaire qui l'enveloppe est beaucoup plus épaisse que dans les autres parties de la trompe; elle tient en réserve le liquide produit par la région glandulaire. De cette poche part un canal qui traverse le bulbe et vient s'ouvrir à côté de la pointe du stylet.

» Enfin vient la région glandulaire que termine la région musculaire, et dont l'intérieur est rempli de nombreuses vésicules contenant de petites gouttelettes granuleuses d'un aspect huileux, pénétrant dans la poche à venin au fur et à mesure que celui-ci est projeté au dehors par l'animal. J'ai toujours vu cette partie de la trompe occupée par ces vésicules, de même que la poche à venin était remplie par le liquide qui doit s'en écouler.

» Lorsque l'animal doit projeter sa trompe, on voit la région musculaire prendre un mouvement vermiculaire, mouvement qui se communique à la région glandulaire, et entraîne avec lui le liquide de la cavité générale qui se concentre en avant des lobes céphaliques et oblige la partie antérieure de la trompe à se replier en doigt de gant en pénétrant dans le canal qui la sépare de l'orifice de sortie.

» Le canal, formé de muscles très-puissants, joue un rôle important dans la projection de la trompe. La région protractile y pénètre avec difficulté, mais dès qu'une partie de celle-ci a fait saillie sous l'influence de la pression des liquides accumulés dans le cul-de-sac, on la voit sortir avec une très-grande rapidité, par suite de la pression de ces muscles sur la portion qui se trouve encore à l'intérieur.

» Les mouvements répétés de la région inférieure de la trompe amènent bientôt une pression telle, dans la portion antérieure, que celle-ci ne tarde pas à être projetée. Comprimé à ce moment par les muscles du canal dont je viens de parler, le bulbe devient terminal, et l'on aperçoit les mouvements saccadés du stylet en même temps qu'un liquide grenu s'écoule par une ouverture située à côté de sa pointe.

» Les mouvements qui servent à la projection de la trompe servent également à accumuler le liquide de la région glandulaire à l'entrée de la poche à venin. Les muscles qui entourent cette poche se contractent de telle façon que la région antérieure paraît se rapprocher de la région postérieure. Le même mécanisme se produit dans le bulbe. C'est cette combi-

naison de mouvements qui amène la saillie de la pointe du stylet en même temps que l'écoulement du venin.

» Dès que la poche à venin a laissé échapper une certaine quantité de liquide, elle est immédiatement remplacée par celui qui est contenu dans la région glandulaire.

» La rentrée de la trompe se fait par la contraction inverse des muscles du canal et de la région protractile.

» Ces observations nous permettent de considérer la région musculaire comme le moteur principal de la trompe. »

GÉOLOGIE. — *Étude sur le terrain carbonifère du Bas-Boulonnais;* Note de MM. GOSSELET et BERTAUT.

« Le terrain houiller du Boulonnais peut se diviser en deux zones :

» L'inférieure, comparable au *Millstone Grit* des Anglais, comprend les grès blancs à *Productus Flemingii* des plaines d'Hardinghen, et renferme à la base quelques veinules de houille accompagnées de calcaire. On a tenté de l'exploiter au puits des Plaines, dans le bois des Roches, à Ferques, et près de la ferme La Coste. Partout elle repose en stratification concordante sur le calcaire à *Productus giganteus*.

» La supérieure est principalement formée de schistes. Elle contient les seules veines de houille actuellement exploitées. Les végétaux que l'on y rencontre prouvent que ces couches appartiennent à l'étage houiller et même à un niveau élevé de cet étage.

» A Hardinghen, le terrain houiller est recouvert par le calcaire carbonifère, ce qui a fait croire qu'il était intercalé dans cet étage comme certaines houilles du Yorkshire; mais entre les deux il y a une faille, car les couches calcaires font avec les couches houillères sous-jacentes un angle de 8 degrés.

» Ces failles, très-obliques par rapport à la direction des couches, peuvent se constater fréquemment le long du bassin houiller franco-belge. Ainsi, à Ongrée, près de Liége, on exploite la houille dans les mêmes conditions sous le terrain dévonien. »

M. J. GIRARD adresse une étude photographique de la germination du blé.

Des grains de blé ont été placés dans un vase rempli de terre, où ils ont germé; ils ont été enlevés successivement pendant le développement, et conservés dans l'alcool. Quand la série a été complète, chaque grain a été fixé sur un carton et reproduit en grandeur exacte par la photographie.

M. **Coffin** adresse une nouvelle Note sur les taches solaires.

M. **Trémaux** adresse une « Application du principe universel de répulsion, au perfectionnement des pistons de machines de toutes espèces ».

M. **Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part de M. le prince Boncompagni, du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*, livraison d'août 1872; et d'un écrit italien d'Andrea Stiattosi sur la vie et les travaux du P. Giovanni Antonelli, des Écoles pies. M. Boncompagni a joint à cette Notice des notes biographiques relatives à l'astronome français l'abbé Nicolas Louis de la Caille. Il cite notamment les nombreuses éditions en plusieurs langues, et particulièrement en langue grecque, édition de Venise, en 1797, des *Leçons élémentaires de Mathématiques* du célèbre auteur.

M. **Chasles** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de M. *Bellavitis: Considerazioni sulla Matematica pura*, dans lequel se distinguent particulièrement le *Calcul des équipollences* de l'auteur et l'usage des imaginaires en Géométrie.

M. **Chasles** fait aussi hommage à l'Académie du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques de la section des Hautes Études* (mars 1873), et du *Bulletin de la Société mathématique de France* (t. Ier, n° 2).

Le R. P. **Secchi** fait hommage à l'Académie de nouvelles Notices sur le climat de la Chine, qui proviennent du P. Colombel et qui sont destinées à la Commission du passage de Vénus.

M. **Larrey** appelle l'attention de l'Académie sur une traduction que vient de publier M. *F. Gross*, du « Traité d'Histologie pathologique de *Rindfleisch* ».

« Le savant traducteur de la seconde édition de cet ouvrage, dit M. Larrey, en confirmant les transformations de l'œuvre, déclarées par l'auteur lui-même, d'après la première édition, a entrepris la noble tâche de restituer aux micrographes français les recherches qui leur appartiennent et dont ils avaient été plus ou moins dépossédés au profit des Allemands. C'est par un nombre considérable d'annotations ou d'additions intercalées dans le texte même qu'il complète ainsi l'œuvre de l'auteur, en faisant ressortir son mérite propre, au point de vue expérimental de l'Anatomie pa-

thologique. M. Gross a aussi augmenté le nombre des figures empruntées aux meilleures sources, comme il le dit lui-même, en ajoutant encore aux indications bibliographiques la nomenclature des publications françaises. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 14 avril 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémoire sur l'influence de la pression dans les phénomènes d'endosmose et d'exosmose, et sur les actions lentes, etc. Dix Mémoires sur les effets chimiques et sur les phénomènes électrocapillaires. — Mémoire sur la décoloration des fleurs et des divers tissus végétaux par les décharges électriques et la chaleur. — Mémoire sur la température de la Terre et sur celle de l'air, depuis $1^m,33$ *jusqu'à* $21^m,25$ *au-dessus du sol, et depuis 1 mètre jusqu'à 36 mètres au-dessous du sol. — Mémoire sur les pluies. — Recherches sur la cause des phénomènes lumineux de l'atmosphère, etc. — Mémoire sur l'origine céleste de l'électricité atmosphérique. — Recherches sur la température de l'air au nord, au midi, loin et près des arbres. — Mémoire sur la température des couches terrestres au-dessous du sol jusqu'à 36 mètres de profondeur. — Mémoire sur la distribution de la chaleur et de ses variations depuis le sol jusqu'à 36 mètres au-dessous. — Mémoire sur les zones d'orages à grêle dans les départements d'Eure-et-Loir et Loir-et-Cher. — Mémoire sur l'argile plastique d'Auteuil, et sur les substances qui l'accompagnent. — Recherches sur la température des végétaux et de l'air, et sur celle du sol à diverses profondeurs. — Mémoire sur les quantités d'eau tombées près et loin des bois. — Mémoires sur la cause des effets électriques produits au contact des métaux oxydables et différents liquides. — Sur la formation de l'oxychlorure cristallisé de cuivre anhydre. — Sur les observations de température faites sous le sol au Jardin des Plantes, de 1864 à 1870. — Mémoire sur la reproduction des substances minérales. — Mémoire sur la décomposition électrochimique des composés insolubles. — Mémoire sur la distribution de la chaleur au-dessous du sol. — Mémoire sur la température de l'air*

sous bois et hors des bois; par M. BECQUEREL. Paris, F. Didot; 27 br. in-4°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences.*)

De la conservation du fer et de la fonte dans l'eau douce. — Considérations générales sur les applications des sciences physico-chimiques aux sciences naturelles, aux arts et à l'industrie. — De l'action du sel sur la végétation, et de son emploi en Agriculture. — De la polarité produite par les décharges électriques, etc. — De la décomposition des sels neutres, etc. — Des courants électriques terrestres, etc. — Mémoire sur les circuits électrochimiques simples formés de liquides. — Sur les applications de l'électrochimie à l'étude des phénomènes de décomposition et recomposition terrestres, 1er Mémoire. — *Addition au Mémoire sur l'application électrochimique des oxydes et des métaux sur des métaux. — Addition au Mémoire sur la précipitation des métaux par d'autres métaux. — Note relative à la réclamation faite par M. Levol dans la séance du 15 avril 1844; par* M. BECQUEREL. Paris, Bachelier, 1840-1864; 11 br. in-4°. (Extrait des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

Rapport sur le Concours pour le prix de Médecine et Chirurgie (applications de l'électricité à la Thérapeutique). — Rapport sur un Mémoire de MM. Gaultier de Claubry et Dechaud, concernant le traitement électrochimique des minerais de cuivre. — Rapport sur un ouvrage ayant pour titre: De la reproduction des métaux précieux au Mexique, considérée dans ses rapports avec la Géologie, la Métallurgie et l'Economie politique, présenté à l'Académie des Sciences par M. Saint-Clair Duport. — *Rapport sur un Mémoire de M. Daubrée, relatif à la distribution de l'or dans le gravier du Rhin, et à l'extraction de ce métal. — Rapport sur un Mémoire de M. J. Payer, ayant pour titre:* Sur la tendance des tiges vers la lumière. — *Rapport sur un ouvrage manuscrit de M. Tchihatchef, ayant pour titre :* Études climatologiques sur l'Asie Mineure. — *Rapport sur un Mémoire de M. Armand Moreau, ayant pour titre :* Recherches sur la nature de la source électrique de la torpille; *par* M. BECQUEREL. Paris, Bachelier, 1843-1856; 7 br. in-4°. (Extrait des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

Discours prononcés par M. BECQUEREL *aux funérailles de MM. Gay-Lussac, Despretz, Rogniat.* Paris, Didot, 1840-1863; 3 br. in-4°.

Mémoire sur les phénomènes électrocapillaires. — Recherches sur la chaleur animale. — Mémoire sur la phosphorescence produite par la lumière électrique; par M. BECQUEREL. Paris, Gide et Guérin, 1839-1870; 3 br. in-4°. (Extrait des *Archives du Muséum.*)

Rapport des experts nommés par le Tribunal de Commerce de Rouen, dans

les affaires relatives aux désastres de Monville et de Malaunay; par MM. LAMÉ, PÉCLET, BECQUEREL. Paris, 1845; Rouen, imp. de A. Péron; in-4°.

Note sur une couche de lignite. — Note sur les variétés de forme de chaux carbonatée, observées dans le calcaire de Clamecy; par M. BECQUEREL. Paris, 1819; 2 br. in-4°. (Extrait du *Journal de Physique.*)

Mémoire sur l'application électrochimique des oxydes et des métaux sur des métaux. — Des décompositions chimiques opérées avec des forces électriques à très-petite tension. — Expériences sur le développement de l'électricité par la pression, etc. — Mémoire sur l'électrochimie et l'emploi de l'électricité pour opérer des combinaisons; par M. BECQUEREL. Paris, 1826-1829, et sans date; 4 br. in-8°. (Extrait des *Annales de Chimie et de Physique.*)

De l'art de la guerre et des sciences militaires; par M. BECQUEREL. Paris, A. Lainé et Havard, 1863; br. in-8°.

Mémoire sur les quantités de sel (chlorure de sodium) contenues dans les plantes des terrains salifères et non salifères, etc.; par M. BECQUEREL. Paris, F. Didot, 1847; br. in-8°.

(La suite du Bulletin au prochain numéro.)

ERRATA.

(Séance du 17 février 1873.)

Page 427, ligne 11, *au lieu de* $\omega = 0$, *lisez* $\omega = 0$ situés sur une conique.

" ligne 16, *au lieu de* énumérées, *lisez* énumérées si $D_1 = 0$ est l'équation de la droite sur laquelle se coupent (12) *et* (35), (34) et (26), (14) *et* (56).

(Séance du 31 mars 1873.)

Page 816, ligne 20, *au lieu de* d'attraction, *lisez* d'activité.

" ligne 29, *au lieu de* supérieur, *lisez* inférieur.

Page 817, ligne 24, *au lieu de* R, *lisez* K.

" ligne 26, *au lieu de* $\frac{D}{\lambda_1} \log \text{hyp} \frac{\lambda_1}{D}$ *lisez* $\frac{2D}{\lambda_1} \log \text{hyp} \frac{\lambda_1}{D}$.

Page 819, ligne 8, *au lieu de* $e^{-Q\lambda_1}$, *lisez* $e^{-Q\lambda}$, *et au lieu de* fonctions, *lisez* fractions.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Mars 1873.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres de la terrasse (1). Minima.	Thermomètres de la terrasse (1). Maxima.	Thermomètres de la terrasse (1). Moyennes.	Thermomètres du jardin. Minima.	Thermomètres du jardin. Maxima.	Thermomètres du jardin. Moyennes.	Température moyenne de l'air à 29 mètres.	Température moyenne du sol à 0m,02.	Température moyenne du sol à 0m,10.	Température moyenne du sol à 0m,30.	Température moyenne du sol à 1m,00.	Thermomètre noir dans le vide (T − t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
1	743,0	−0,6	7,3	3,3	−0,9	7,7	3,4	»	3,8	3,7	4,3	5,5	0,7	5,80	92	»	11,5
2	746,1	2,4	9,7	6,0	2,1	10,0	6,0	»	5,3	5,1	4,4	5,4	2,7	6,02	85	»	12,0
3	756,3	1,0	7,5	4,2	0,7	7,7	4,2	»	5,3	4,9	4,4	5,4	3,0	6,21	89	»	13,0
4	751,7	7,0	13,6	10,3	7,0	13,9	10,4	»	8,4	7,4	6,1	5,4	2,4	8,92	91	»	8,0
5	751,1	6,3	12,9	9,6	6,1	13,2	9,6	»	9,2	8,5	7,3	5,6	2,4	8,21	92	»	7,5
6	756,6	5,1	8,8	6,9	5,1	9,4	7,2	»	7,2	7,4	7,3	6,0	1,7	6,03	83	»	8,5
7	745,4	4,1	9,6	6,8	4,1	9,8	6,9	»	6,9	6,4	6,9	6,2	0,8	6,63	86	»	16,0
8	751,1	3,0	11,7	7,3	2,1	11,8	6,9	»	6,9	6,8	6,9	6,3	7,3	5,48	76	»	14,0
9	753,7	0,3	11,6	5,9	0,2	11,8	6,0	»	6,1	6,0	6,6	6,4	8,6	5,09	70	»	8,5
10	747,4	3,7	11,4	7,5	3,6	11,4	7,5	»	6,2	6,3	6,6	6,5	5,3	4,74	70	»	7,5
11	741,9	2,8	9,3	6,0	2,7	9,2	5,9	»	5,6	5,8	6,4	6,5	4,4	5,02	71	»	10,0
12	739,0	2,7	8,4	5,5	2,6	8,8	5,7	»	5,8	5,8	6,2	6,5	3,4	5,05	75	»	10,0
13	741,8	2,4	7,6	5,0	2,1	7,7	4,9	»	4,6	5,3	6,1	6,5	3,4	4,65	78	»	0,0
14	750,4	−0,6	7,4	3,4	−1,3	8,3	3,5	»	5,0	4,9	5,6	6,5	6,9	4,57	69	»	2,5
15	748,8	4,0	7,9	5,9	3,9	8,2	6,0	»	5,4	5,6	5,9	6,5	1,3	5,99	89	»	11,0
16	748,4	4,1	15,3	9,7	3,8	15,7	9,7	»	7,8	7,0	6,4	6,5	5,4	7,09	79	»	6,0
17	750,3	5,2	14,2	9,7	4,4	14,3	9,3	»	9,0	8,0	7,2	6,5	0,3	8,06	82	»	0,0
18	745,7	(2) 7,2	12,9	10,0	6,9	13,2	10,0	»	8,7	8,5	8,0	6,7	2,5	7,35	88	»	0,0
19	746,4	1,4	(2) 5,2	3,3	1,5	(3) 5,6	3,5	»	5,1	6,2	7,6	6,9	0,5	4,96	84	»	0,0
20	751,0	0,8	6,2	3,5	0,8	6,3	3,5	»	3,9	4,7	6,0	6,9	1,7	4,49	76	»	0,0
21	751,3	1,4	8,0	4,7	1,4	8,5	4,9	»	3,9	4,7	5,7	6,8	4,7	4,12	70	»	2,0
22	750,7	1,8	14,4	8,1	1,4	14,9	8,1	»	7,9	6,6	6,1	6,7	7,8	6,74	77	»	1,5
23	754,2	6,9	14,9	10,9	6,4	15,5	10,9	»	9,4	8,3	7,5	6,7	3,9	7,79	82	»	3,5
24	754,6	5,6	18,1	11,8	5,5	18,7	12,1	»	9,6	8,9	8,2	6,9	5,3	7,74	75	»	3,5
25	756,8	6,8	19,3	13,0	6,2	19,8	13,0	»	10,7	9,6	8,9	7,2	7,3	7,00	61	»	6,5
26	757,4	7,1	19,2	13,1	6,1	20,4	13,2	»	11,1	9,9	9,4	7,5	6,9	6,42	57	»	4,5
27	754,2	6,7	17,9	12,3	6,1	19,7	12,9	»	10,7	10,2	9,8	7,7	6,2	7,06	70	»	4,0
28	753,4	5,5	17,2	11,3	5,0	17,9	11,4	»	10,1	10,0	9,8	8,0	4,1	7,92	84	»	5,0
29	754,1	4,1	18,9	11,5	4,1	20,1	12,1	»	10,9	10,2	9,9	8,2	8,3	7,98	78	»	2,0
30	754,5	6,9	20,0	13,4	6,5	20,4	13,4	»	12,5	11,2	10,6	8,4	9,6	7,39	62	»	5,5
31	750,9	8,6	19,3	13,9	8,3	19,5	13,9	»	13,1	11,9	11,1	8,7	4,5	7,93	72	»	8,0
Moy.	750,3	4,0	12,4	8,2	3,7	12,9	8,3	»	7,6	7,3	7,2	6,7	4,3	6,40	78	»	6,2

(1) Ces thermomètres sont appliqués sur la façade nord du bâtiment, sur la terrasse du grand escalier.
(2) Nombres obtenus par interpolation. — (3) Nombre obtenu par comparaison.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Mars 1873.

Dates.	Magnétisme terrestre. Observation de 9 heures du matin.			Pluie.		Évaporation.	Vents.		Nébulosité.	Remarques.
	Déclinaison(1).	Inclinaison.	Intensité.	Terrasse.	Cour.		Direction et force.	Nuages.		
	° ′	° ′		mm	mm					
1	A+31,6	B+41,8	»	»	8,8	0,8	SSE modéré.	»	0,9	Neige et pluie.
2	35,0	39,7	»	»	0,1	1,9	ONO faible.	NO	0,7	Brouillard, brume.
3	31,8	40,5	»	»	2,8	1,4	S faible.	SSE	1,0	Brume, pluie le soir.
4	35,0	38,5	»	»	1,7	1,1	O modéré.	ONO	1,0	Pluie le soir.
5	28,2	39,3	»	»	7,3	1,4	O faible.	O	1,0	Pluie le soir.
6	34,0	40,0	»	»	0,4	1,3	NO, S faible.	NO, S	1,0	Brume. Halo lunaire.
7	34,4	41,1	»	»	2,0	1,6	SSO modéré.	SSO	1,0	Pluie.
8	35,6	38,1	»	»	»	2,1	SSO faible.	OSO	0,5	Rosée le matin.
9	22,5	48,1	»	»	»	3,5	S faible.	SSO	0,4	Gelée blanche le matin. Halo lunaire.
10	27,0	43,9	»	»	2,2	5,1	OSO fort.	OSO	0,6	Averses à 6^h et à 9^h soir.
11	29,1	42,5	»	»	2,4	3,6	SO assez fort.	SO	0,9	Pluie. Halo lunaire.
12	32,0	41,0	»	»	0,2	2,3	O, N faible.	O	0,9	Pluvieux.
13	31,7	42,3	»	»	»	3,4	N faible.	NNE	0,8	Brume. Halo solaire.
14	31,5	41,1	»	»	0,0	[2] 1,9	E faible.	NO, E	0,6	Brume. Halo solaire.
15	31,2	41,6	»	»	2,7	1,3	E faible.	E	1,0	Pluie le matin.
16	34,1	40,3	»	»	»	2,9	SSE faible.	SSE	0,7	Halo lunaire.
17	31,4	40,4	»	»	0,1	1,8	ENE faible.	E	1,0	Brouillard le matin.
18	32,7	41,6	»	»	3,9	[2] 3,2	NNE moderé.	NE	1,0	Pluie le matin.
19	32,0	42,8	»	»	0,0	2,3	N fort.	NNE	1,0	Brume. Lueur aurorale à min.
20	35,3	42,2	»	»	»	5,3	NNE ass. fort.	NNE	0,9	Brume.
21	34,0	40,1	»	»	»	2,3	ENE faible.	NE	0,5	Brume.
22	30,0	40,4	»	»	0,2	2,7	E faible.	SE	0,5	Pluvieux le soir.
23	32,4	41,8	»	»	0,3	1,6	ENE faible.	SE	0,8	Brouillard le matin.
24	30,4	40,6	»	»	»	3,0	E faible.	ESE	0,4	Brume légère.
25	30,3	40,8	»	»	»	3,8	E faible.	ESE	0,2	Brume; rosée.
26	31,4	41,7	»	»	»	5,2	ONO, NNE faib.	NNE	0,2	Brume; rosée.
27	30,5	40,4	»	»	»	3,6	Var. très-faib.	NE, SE	0,2	Brume; rosée.
28	30,1	41,8	»	»	3,9	2,5	SSO faible.	ONO	0,6	Orages de midi 20 m. à 1 h. 15 m. et de 4 h. 45 m. à 6 h. 20 m. soir.
29	33,3	41,7	»	»	»	3,2	ESE faible.	ESE	0,3	Brouillard; rosée le soir.
30	32,3	42,2	»	»	»	5,0	S faible.	S	0,3	Rosée le matin.
31	33,3	41,6	»	»	1,4	4,4	SSO modéré.	S	0,7	Brume; lueur aurorale le soir.
Moy.	A+31,7	B+41,3	»	»	40,4	85,5			0,70	

(1) La position de zéro des instruments n'a pas encore été déterminée à l'aide des boussoles de déclinaison et d'inclinaison absolues.
(2) Nombres obtenus par interpolation.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Montsouris. — Mars 1873.

Résumé des observations régulières.

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	750,48	750,57	750,27	749,79	750,03	750,45	750,42	750,43 (1)
Pression de l'air sec	744,28	744,16	743,94	743,61	743,60	743,97	744,04	744,03 (1)
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (fixe)	6,09	7,50	10,60	11,75	10,08	8,14	6,95	8,30 (1)
» (fronde)	6,18	7,63	10,82	11,90	10,15	8,16	6,92	8,38 (1)
Thermomètre à alcool incolore	5,93	7,30	10,46	11,65	9,92	7,95	6,81	8,13 (1)
Thermomètre électrique à 29m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	13,34	18,91	23,23	22,31	10,25	»	»	18,68 (2)
Thermomètre noir dans le vide, T	12,33	17,39	21,95	21,01	10,18	»	»	17,63 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, t	8,59	12,01	15,74	15,90	9,71	»	»	13,34 (2)
Excès $(T'-t)$	4,75	6,90	7,49	6,41	0,56	»	»	5,34 (2)
Excès $(T-t)$	3,74	5,38	6,21	5,11	0,47	»	»	4,29 (2)
Températ. du sol à 0m,02 de profondr	5,89	6,75	9,53	10,07	8,80	7,50	6,74	7,63 (1)
» 0m,10 »	6,41	6,48	7,38	8,15	8,32	7,91	7,44	7,30 (1)
» 0m,20 »	6,69	6,66	6,75	7,18	7,52	7,55	7,44	7,10 (1)
» 0m,30 »	7,01	6,98	6,94	7,09	7,30	7,47	7,50	7,22 (1)
» 1m,00 »	6,65	6,66	6,69	6,70	6,72	6,73	6,75	6,71 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	6,20	6,41	6,33	6,18	6,43	6,48	6,38	6,40 (1)
État hygrométrique en centièmes	86,2	81,3	67,2	61,2	69,7	78,7	84,4	77,9 (1)
Pluie en millimètres (parc)	11,6	2,2	6,6	5,2	3,5	6,5	4,8	t. 40,4
Évapor. totale en millimètres	11,17	2,91	15,05	21,83	17,79	10,25	6,45	t. 85,45
Évaporation moy. diurne en millim.	0,36	0,09	0,49	0,71	0,57	0,33	0,21	t. 2,76
Inclinaison magnétique (3) B +	41',36	41',29	40',44	39',56	40',01	40',77	41',19	40',92 (1)
Déclinaison magnétique (3) A +	32,61	31,75	21,94	22,12	27,57	29,78	31,26	28,68 (1)

Tempér. moy. des maxima et minima (parc)	8°,3
» » (façade nord du bâtiment, terrasse du grand escalier)	8,2
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie)	10,3
Pluie en millimètres (parc)	40,4
Évaporation totale du mois en millimètres	85,5

Nota. — Dans l'installation nouvelle de la boussole des variations de déclinaison, les angles sont comptés positivement dans le sens de l'est et négativement dans le sens de l'ouest. Le terme A est donc négatif. Lorsque cette constante aura été déterminée, nous rétablirons les déclinaisons dans leur forme ordinaire et avec leur valeur absolue.

(1) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

(3) La valeur des constantes A et B sera donnée ultérieurement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 AVRIL 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que le tome LXXIV des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

ASTRONOMIE. — *Réponse finale au P.* Secchi; par M. Faye.

« Je désirais reprendre plus tard cette discussion, qui m'a offert l'occasion de présenter mes idées sous plusieurs faces; mais la Lettre du P. Secchi, que je viens de lire dans les *Comptes rendus* de la dernière séance, me fait un devoir de n'y plus revenir. Je la terminerai donc ici, en ce qui me concerne.

» Pour discuter certains détails des taches solaires, il faut des photographies et non des dessins tels que ceux de M. Carrington, du P. Secchi ou de M. Tacchini. Le P. Secchi, à ce propos, déclare que cela lui semble « *injurieux pour les observateurs, et qu'on paraît les croire capables de falsifier* » *leurs dessins pour les mettre d'accord avec une théorie.* »

Le P. Secchi affirme ailleurs que j'ai « *cherché à le mettre en opposition* » *avec M. Tacchini et à en tirer cette conclusion, que sa théorie est fausse.* »

Ailleurs, il suppose que je lui reproche d' « *imposer au public savant des* » *dessins imaginaires, ou de faire voir dans la lunette des dessins de lanterne* » *magique*. »

» Je ne répondrai pas à de pareilles imputations; je me contenterai de donner quelques explications finales, pour clore une discussion que le P. Secchi a soulevée lui-même.

» Nulle part je n'ai contesté les observations du P. Secchi, mais bien sa manière de les interpréter. Quand j'ai dit : le P. Secchi admet gratuitement que les jets éruptifs sortent obliquement et vont verser au loin leurs produits en un même lieu, et que, s'il y a plusieurs centres d'éruption, leurs jets convergent vers une région centrale, je n'ai pas voulu évidemment contester l'existence de jets droits ou obliques ou entre-croisés (presque toujours par un effet de perspective) que tout le monde peut observer sur le bord du Soleil et dont l'Académie a vu les dessins par centaines. Ce que j'ai contesté, ce que je considère comme des hypothèses arbitraires, c'est que ces jets soient des éruptions dont les déjections, que personne n'a vues retomber sur les taches, puissent être considérées comme leur ayant donné naissance.

» Le mot éruption semble tout expliquer; au fond ce n'est qu'une hypothèse qui masque tout un ensemble de phénomènes et dispense d'y regarder. Partout la chromosphère présente des flammes; elle en est hérissée; il faudrait donc une éruption universelle, incessante, agissant selon chaque rayon du globe solaire pour produire le phénomène grandiose dont il s'agit (1). D'où pourrait provenir cette éruption continuelle et universelle? Quelle serait la source de l'énorme force qui s'y dépenserait? Comment pourrait-elle se produire dans une masse gazeuse? En quoi se relierait-elle à la constitution du Soleil et aux autres modes de son activité? Enfin que deviendrait cette masse énorme d'hydrogène qui jaillit sans cesse par ces éruptions et que la chromosphère reçoit sans s'accroître le moins du monde? Ces questions restent sans réponse, comme si le mot d'éruption suffisait à tout.

» Il en est de même de la formation des taches. On voit fréquemment les jets hydrogénés se recourber et retomber, mais on ne les a point vus déverser leurs matériaux juste sur le noyau des taches qu'ils sont censés alimenter.

(1) L'ébullition générale d'un noyau liquide paraît seule capable (dans l'ordre d'idées adopté par M. Vicaire) de produire de tels effets; mais alors que deviendraient le froid relatif et l'obscurité d'un pareil noyau de laves, non-seulement en fusion, mais en pleine vaporisation? etc.

Et d'ailleurs comment ces jets intermittents, qui changent de figure ou disparaissent d'un jour, d'une heure à l'autre, contribueraient-ils à former les taches bien autrement persistantes? Comment ces matériaux, refroidis par une rapide ascension, pourraient-ils s'enfoncer à des centaines de lieues de profondeur dans la photosphère incandescente sans s'y réchauffer? Il faudrait donc que, pendant des mois entiers, ces jets si capricieux, qui s'élèvent autour des taches, s'arrangeassent pour y verser sans cesse leurs déjections? Et la forme circulaire des taches, et leur segmentation, et leurs mouvements si réguliers, comment s'en rendre compte avec une telle idée? Je dis donc que cette idée d'attribuer les taches à des déjections accumulées çà et là est une seconde hypothèse qui vient s'enter arbitrairement sur la précédente, celle des éruptions.

» Je ne prétends pas que ces hypothèses soient en contradiction absolue avec tous les faits, mais je trouve que la part de vérité qu'elles renferment se réduit au vague sentiment que les premières observations spectrales ont suggéré tout d'abord, à savoir : qu'il doit exister une relation quelconque entre les taches et les facules d'une part, et les protubérances de l'autre. Mais quelle est cette relation? Il paraît bien que ce n'est pas l'observation seule, la simple inspection spectrale de certains détails solaires qui la révélera; car deux observateurs des plus habiles, travaillant ensemble comme le P. Secchi et M. Tacchini, précisément par les mêmes méthodes et sur le même sujet, observant, dessinant journellement les mêmes jets obliques, les mêmes éruptions métalliques ou hydrogénées, les mêmes facules, les mêmes taches, les mêmes raies brillantes, les mêmes phénomènes d'absorption, nous proposent cependant des théories diamétralement opposées (1). C'est qu'il faut ici autre chose qu'un prisme et une lunette; il y a ici un

(1) Le P. Secchi affirme que le désaccord entre lui et le savant astronome de Palerme ne porte que sur des questions secondaires; on va en juger par l'exposé que M. Tacchini a fait lui-même de ses idées dans l'avant-dernier numéro des *Memorie* (dispensa 11), p. 113-114, et p. 117, lignes 15-17 :

« Dans la théorie physique du Soleil de M. Faye, je ne puis accepter la partie qui concerne l'explication des taches. Je lui concède bien que les tourbillons ou cyclones se produisent à la surface du Soleil, même indépendamment des taches, qu'ils peuvent se former dans les taches elles-mêmes et y donner lieu à un mouvement gyratoire; mais ce mouvement doit suivre la formation de la tache; il ne se manifeste par son action sur la pénombre que dans un nombre restreint de cas, ainsi que le montre l'observation.... A mon avis, la formation des taches est due à l'action que les courants intérieurs ascendants exercent sur la couche photosphérique moins chaude et plus brillante.... Elle s'effectue de l'intérieur à

vaste ensemble de phénomènes de divers ordres, mécaniques et physiques, qu'on ne saurait scinder, et sur lequel il faut raisonner pour découvrir ce lien.

» Bien loin de contester ces faits, sur lesquels le P. Secchi n'a d'ailleurs, que je sache, aucun droit particulier de priorité ou de propriété, faits que tous les spectroscopistes et en particulier M. Respighi ont mille fois observés, décrits et dessinés, je les ai, au contraire, expliqués tout au long dans ma théorie. Ce sont, non pas des éruptions partant accidentellement de quelque couche profonde, comme dans le système herschélien, et dont on ne donne absolument aucune raison d'être, mais le simple effet du retour ascendant de l'hydrogène entraîné au fond des taches par les tourbillons solaires. Cet hydrogène, brassé ainsi avec les vapeurs diverses des couches inférieures, en ramène souvent une partie dans la chromosphère, mais il s'en dépouille lorsqu'il parvient à une certaine hauteur.

» C'est là, je le répète, un simple effet, un des aspects de ce phénomène merveilleux que j'ai nommé la circulation de l'hydrogène solaire. Celui-ci, entraîné par les tourbillons grands et petits, revient avec une vitesse très-grande à la surface de manière à simuler çà et là des éruptions en sens divers, verticales, obliques, voire même en *ʃ*, des groupes divergents de jets paraboliques ou de larges effusions de forme nuageuse.

» Ces éruptions, ou mieux ces jets et ces effusions multiples, car il convient d'éviter momentanément le premier terme, ont lieu partout, parce que partout l'activité tourbillonnaire se manifeste, au moins sous forme de pores; mais, autour des grands pores, c'est-à-dire autour des taches, tourbillons plus profonds qui agissent plus énergiquement sur l'hydrogène supérieur, l'effusion ascendante de retour est plus abondante. Elle s'opère autour de la tache en soulevant légèrement la photosphère, en injectant plus abondamment, dans la chromosphère et un peu au-dessus, des vapeurs de sodium, de fer, de magnésium surtout, élément dont M. Tacchini a signalé le rôle frappant dans

---

l'extérieur, non par l'effet d'éruptions violentes, mais par une assez lente désagrégation locale des couches photosphériques. »

De cette opposition si frappante des vues de MM. Tacchini et Secchi, précisément sur le point fondamental de la formation des taches, je ne conclus pas que l'une des deux thèses est fausse, car je les repousse toutes les deux; j'en conclus seulement que les observations sur lesquelles ces deux savants s'appuient sont insuffisantes et ne laissent place qu'à l'arbitraire. Il en serait autrement si l'on s'attachait à l'ensemble des phénomènes solaires : cet ensemble me paraît aujourd'hui assez complet pour qu'on puisse en déduire une théorie sans recourir à de vagues hypothèses.

cet ordre de phénomènes. Cette circulation de l'hydrogène est donc un fait très-général, mais subordonné à l'activité tourbillonnaire. Celle-ci dépend à son tour du mouvement spécial de la rotation solaire. Cette rotation dépend du mode d'alimentation de la photosphère. Enfin ce dernier est déterminé par le refroidissement externe auquel est soumis une énorme masse gazeuse formée d'un mélange très-complexe de gaz et de vapeurs susceptibles de condensation physique ou chimique, dans les couches extérieures, par simple abaissement de température. Tout ce que je demande, c'est qu'on veuille bien comparer la théorie que je viens de rappeler en quelques lignes au vaste ensemble des phénomènes solaires, y compris les détails dont mes savants adversaires paraissent se préoccuper exclusivement.

» Où sont donc les faits et les observations que j'aurais été forcé de contester? Au contraire, les faits parlent pour ma théorie. Les négations de ce genre viennent d'ailleurs. Ainsi le P. Secchi nie les observations de M. Respighi sur la dépression de la chromosphère juste au-dessus du noyau des taches (1).

» Tout le monde peut se tromper, surtout quand il s'agit d'observations si fines et si délicates; mais, avant de rejeter celle-ci comme une erreur dont il faut débarrasser la science, j'attendrai la réponse du savant astronome romain à qui nous devons les premières et les plus belles recherches d'ensemble sur la chromosphère (2).

» Le P. Secchi conteste aussi un autre résultat d'observations, à savoir la concentricité générale de la pénombre et du noyau des taches normales

---

(1) *Compte rendu* de la dernière séance, Note de M. Vicaire, p. 951.

(2) Je ne puis mieux faire que de citer l'auteur lui-même, M. le professeur L. Respighi, directeur de l'Observatoire de Rome, pour donner à juger de la confiance qu'il met dans ses observations d'une date et d'une originalité incontestables et dans la bonté de son instrument :

« Je ne sache pas que ces raies aient été notées auparavant par d'autres observateurs; je crois que le premier qui les ait observées après moi (les raies voisines de B et de C) est le P. Secchi, le 12 septembre, et cela pour donner une preuve manifeste de la bonté de mon instrument, malgré ses petites dimensions.

» Dans les jets voisins des taches se présentent d'autres raies brillantes et spécialement celles du sodium, les trois raies du magnésium, quelques-unes de celles du fer, etc.; mais leur présence n'est pas constante et rarement on les voit à la fois dans les mêmes jets.... D'ordinaire, elles ne se trouvent qu'à la base des jets; rarement elles dépassent la couche rosée et leur présence est de peu de durée.

» Quoique la région des taches soit ordinairement marquée par un état d'éruption énergique, sur les taches elles-mêmes il règne une sorte de calme iodique par le manque total de

(c'est-à-dire de celles qui ne sont pas en train de segmenter). C'est pourtant là le fait qui a permis à Wilson de déterminer, pour la première fois, la profondeur des taches, et aux astronomes de Kew de constater, par de très-nombreuses mesures, que le noyau devient de plus en plus excentrique, par un simple effet de perspective, à mesure que les taches se trouvent plus loin du centre. Ce parallélisme général, troublé bien souvent par des circonstances connues, tend toujours à se rétablir; il répond à ma propre expérience des taches, aux dessins et aux photographies que j'ai sous les yeux. Mais il ne doit pas être pris dans un sens trop géométrique, car d'une part la surface de la photosphère n'est pas exempte de saillies et de dépressions trop faibles pour être sensibles aux bords, mais bien suffisantes pour modifier les contours de l'orifice très-évasé d'un tourbillon; d'autre part, les contours du noyau lui-même dépendent de la profondeur à laquelle se propage un certain abaissement déterminé de température. De là des irrégularités souvent très-marquées, mais dont la fréquence n'empêche pas la circularité générale et la concentricité approchée des contours d'être le caractère fondamental des taches permanentes. C'est à ce caractère que le P. Secchi lui-même s'efforçait de satisfaire, en affirmant que ses amas de matières rejetées par les éruptions se régularisent et s'arrondissent *poco a poco*.

» Mais, je le répète, il est temps de clore cette discussion; je me bornerai à reprendre, à mon retour, celle que M. Vicaire a bien voulu entamer avec moi sur le même sujet. »

---

protubérances, ou par la présence de jets rares et très-petits, avec cette seule particularité que la couche rosée y est à la fois très-vive et très-régulière.

» De l'ensemble des observations nombreuses que j'ai faites sur le bord du Soleil, il résulte les faits suivants :

» 1° Dans la région des taches, la couche rosée est assez basse, très-régulière et très-vive.

» 2° Sur la place précise des taches, ou plutôt sur le noyau lui-même, la couche rosée est très-basse ou même manque peut-être complétement.

» 3° Sur le noyau il n'y a pas trace d'éruption, ou l'on ne voit que des jets minces et de peu de durée.

» 4° Sur les contours des taches surgissent ordinairement des jets gazeux d'une intensité et d'une violence extraordinaires, et d'une force bien définie.

» 5° Les jets voisins des taches ne sont pas formés d'hydrogène seulement, mais contiennent d'autres substances manifestées par leurs raies brillantes. »

CHIMIE. — *Sur la condensation de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène, d'une part, et de l'azote et l'hydrogène d'autre part, par l'effluve électrique;* Note de MM. P. Thenard et Arn. Thenard.

« Dans notre dernière Communication (*Compte rendu* de la séance du 3 mars 1873), nous avons fait connaître que, tandis que l'effluve condense en un liquide oléagineux un mélange à volumes égaux de protocarbure d'hydrogène et d'acide carbonique, l'étincelle, au contraire, le dédouble en le transformant en oxyde de carbone et hydrogène pur.

» Cette différence entre l'action de l'effluve et celle de l'étincelle méritait de fixer l'attention : il fallait voir si, poussant le contraste plus loin, l'effluve n'aurait pas assez de puissance pour rétablir ce que défait l'étincelle. Nous avons donc soumis à l'effluve un mélange à volumes égaux d'oxyde de carbone et d'hydrogène, c'est-à-dire le mélange même que donne l'étincelle quand on foudroie volumes égaux d'acide carbonique et de protocarbure d'hydrogène.

» Bien que la densité du nouveau mélange ne soit que moitié de celle de l'ancien, la réaction s'est opérée dans le même appareil plus de deux fois plus vite que précédemment, et il s'est formé un liquide oléagineux présentant le même aspect. Ainsi, tandis qu'il avait fallu soixante-douze heures pour n'absorber que 252 centimètres cubes du premier mélange, soixante-quatre heures ont suffi pour condenser 552 centimètres cubes du second.

» Après cette expérience, qui démontre plus de puissance dans l'effluve que nous n'en supposions, nous avons soumis à son action un mélange d'hydrogène et d'azote dans la proportion de 3 à 1. Or, dès les dix premières minutes, nous avons, à l'aide du papier de tournesol, constaté des traces d'ammoniaque qui, au bout de deux heures, étaient très-sensibles à l'odorat.

» Cependant il ne faudrait pas croire que, sans l'intervention d'un acide qui absorbe l'ammoniaque au fur et à mesure de sa production, la transformation devienne complète même avec le temps. En effet, rapide au début, elle se ralentit bientôt, et, au bout de dix heures, elle n'avance plus du tout; mais si alors on ajoute un acide dans le réservoir des gaz, elle reprend aussitôt une activité plus grande qu'à aucun moment de l'expérience, pour ne pas discontinuer.

» L'acide employé a été l'acide sulfurique monohydraté; nous ne saurions encore dire si l'état de siccité dans lequel il a mis les deux gaz

est, comme nous l'avons constaté dans la fabrication de l'ozone à haute tension, une condition indispensable de leur combinaison.

» Quoi qu'il en soit, en opérant sur 75 centimètres cubes de gaz, sans cesse mis en circulation par un mouvement de trompe, nous n'avons, en dix heures, condensé que 10 centimètres cubes de mélange, qu'il nous a été facile de mesurer au moment où l'acide a été ajouté; mais, après cette addition, l'expérience prenant une allure à la fois plus vive et plus régulière, la condensation a été de 65 centimètres cubes en treize heures de travail.

» Il serait mal à nous de terminer cette Note sans rappeler les noms de MM. Edm. Becquerel, Fremy et Chabrier. Dans un Mémoire présenté par M. Chabrier à l'Académie, le 19 août 1872, sur l'aptitude de certains gaz à acquérir, sous l'influence de l'électricité, des propriétés persistantes, ce jeune savant dit :

« Au débot de ces expériences, j'avais observé qu'à l'issue du tube à dégagement on pouvait, une fois le courant électrique établi, constater toutes les réactions caractéristiques de l'ammoniaque, réactions d'autant plus sensibles que l'extrémité des fils était plus rapprochée de l'orifice du tube. Ce fait semblant révéler l'existence des propriétés actives dans l'hydrogène électrisé, je soumis, d'après le conseil de M. Favre, à qui j'avais communiqué cette observation, l'oxyde d'argent à l'action d'un courant d'hydrogène électrisé par effluves..... »

» Mais il ajoute aussitôt en note :

« Cette expérience se fait en appliquant une petite bande de papier réactif humide contre l'extrémité du tube abducteur, ou en y présentant une baguette imprégnée d'acide chlorhydrique. »

» Puis, faisant un emprunt à MM. Edm. Becquerel et Fremy, il ajoute :

« On sait d'ailleurs que l'étincelle de l'appareil de Ruhmkorff détermine dans un tube fermé la formation d'une petite quantité d'ammoniaque dans un mélange d'azote et d'hydrogène, et la combinaison complète des deux gaz s'ils sont en proportion convenable et en contact avec un peu d'eau acidulée. »

» L'Académie fera la part à chacun. Nous ne pouvons cependant nous empêcher de faire remarquer que, entre cet accord inopiné de l'étincelle et de l'effluve, il nous était difficile d'attribuer par avance à l'effluve son véritable rôle.

» Aussi avouerons-nous l'incrédulité où nous étions encore sur la puissance de l'effluve en présence de l'azote et de l'hydrogène, et si nous n'avions vu son effet sur l'hydrogène et l'oxyde de carbone, nous n'aurions certainement pas tenté l'expérience.

» Quant aux produits qui résultent de cette dernière réaction, ainsi que ceux qui dérivent de celle de l'acide carbonique sur le protocarbure d'hydrogène, nous dirons que nous avons constaté qu'ils sont d'ordre organique, et d'ordre organique très-avancé; mais, pour en déterminer les espèces avec quelque sûreté, il nous a fallu imaginer et construire des appareils nouveaux, afin d'en préparer des quantités suffisantes pour les étudier; or, chacun le sait, malgré le dévouement des habiles artistes qui nous prêtent leur concours, ces sortes d'opérations sont toujours longues; cependant nous avons l'espoir d'aboutir prochainement. »

Exposé de la « Historia fisica y politica du Chili »; par M. Cl. Gay.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le dernier volume de mes publications sur le Chili. Comme ce grand ouvrage est publié en langue étrangère, peut-être ne sera-t-il pas inutile de donner un aperçu des différentes matières qu'il renferme.

» La *Historia fisica i politica de Chile* est composée de 30 volumes, y compris deux atlas in-folio de 333 planches, dessinées, gravées et coloriées par nos premiers artistes de Paris. Le gouvernement chilien et le public ayant contribué pour une bonne part à ses frais d'impression, il était naturel qu'il fût publié dans la langue du pays, c'est-à-dire en espagnol.

» Ce fut en 1828 que, d'après les conseils de MM. Cuvier, de Jussieu, Desfontaines, etc., je me décidais à explorer ce pays encore fort peu connu. J'y arrivais à la fin de 1829, après avoir parcouru quelques contrées du Brésil et de Buenos-Ayres.

» Mon principal but était d'en publier la flore, et, dans cet esprit, je m'occupais avec toute l'ardeur de la jeunesse à en réunir les matériaux, lorsque le Gouvernement crut devoir faciliter mes voyages en me recommandant d'une manière spéciale aux autorités des provinces. Il me mit également à même de me faire aider par quelques bons préparateurs, ce qui me permit d'utiliser mes études zoologiques, et de réunir des collections assez nombreuses pour pouvoir en faire aussi le sujet d'une faune.

» Les connaissances que l'on possédait alors sur l'histoire naturelle du Chili étaient extrêmement limitées. Quelques plantes seulement avaient été décrites par Feuillée, Molina, Hooker, et si quelques savants, embarqués dans des expéditions scientifiques, en augmentèrent un peu le nombre, ils se contentèrent de les publier dans leurs relations de voyage ou dans des

revues particulières. Toutes ces descriptions ainsi éparpillées ne pouvaient donner aucune idée de l'ensemble de la végétation du pays, et c'est cette lacune que je voulais faire disparaître à mon retour en France.

» Absorbé par des publications diverses, je ne pouvais donner tout mon temps à la rédaction de cet ouvrage, que je voulais cependant mener à bonne fin; et, pour être plus sûr d'y arriver, je m'adjoignis quelques savants collaborateurs qui voulurent bien traiter les familles qu'ils avaient plus spécialement étudiées. Parmi ces savants, je comptais des botanistes de premier ordre, tels que MM. Richard, Decaisne, Naudin, Montagne, Remy, Clos, etc., et, grâce à leur intelligente et active coopération, j'ai pu terminer cette flore, qui comprend à peu près 4,000 espèces, décrites dans 8 volumes avec un atlas de 103 planches dessinées par M. Riocreux.

» Si la botanique du Chili était peu connue, sa zoologie l'était bien moins encore. L'ouvrage de Molina ne parle en effet que de quelques vertébrés, et les savants embarqués dans les voyages autour du monde, relâchant pour peu de jours dans les ports, ne pouvaient avoir le temps d'en explorer les environs. Cette partie de l'histoire naturelle devait donc m'offrir beaucoup plus de nouveautés, ce qui m'engagea à m'en occuper avec tout le soin dont j'étais capable. La faune qui a été le résultat de mes recherches ne contient pas moins de 4,000 espèces décrites dans 8 volumes, avec un atlas composé de 133 planches, où se trouvent figurées un grand nombre de ces espèces, avec tous les détails qui les caractérisent. Ici, encore, j'ai été assez heureux de rencontrer de savants collaborateurs, tels que MM. le marquis de Spinola, Blanchard, Gervais, Solier, etc., tous très-connus par leur talent dans leurs spécialités. Je n'ai pas besoin de dire que, dans cette *Faune*, comme dans la *Flore*, le nombre des espèces nouvelles y est très-nombreux, et que les descriptions, précédées d'une diagnose en latin, sont suivies souvent de notices plus ou moins étendues sur un grand nombre de ces espèces. Si à ces deux corps d'ouvrage on ajoute la Minéralogie du savant Domeiko, et la Géologie que nous donnera bientôt, sans doute, le non moins savant géologue M. Pissis, l'Académie comprendra que l'histoire naturelle du Chili est connue aujourd'hui presque aussi bien que plusieurs des nations les plus favorisées. Le cadre en est tracé, et les nouvelles espèces qu'on découvrira viendront s'y intercaler sans presque changer en rien le tableau qu'il offre sur la physionomie botanique, zoologique et minéralogique du pays.

» Pendant tous mes voyages, il m'était impossible de ne pas porter quelque attention à l'agriculture, industrie qui a exercé sur la société du

Chili l'influence la plus salutaire, et qui probablement a contribué pour beaucoup à cet état de calme et de prospérité où se trouve cette République. Elle y forme, du reste, un de ses plus grands éléments de richesse, et son produit est tel, qu'en blé seulement il y a des propriétaires qui en récoltent 20,000, 40,000, et jusqu'à 72,000 hectolitres par an. En réunissant les nombreuses notes que, sur ce sujet, contiennent mes journaux, j'ai pu, après les avoir groupées et discutées, les publier méthodiquement en deux volumes. Je ne me contente pas de parler des différents systèmes de culture suivis, je parle aussi et longuement des mœurs et coutumes des campagnards, et même de l'état où se trouvait cette industrie chez les aborigènes lors de la conquête, et des plantes qu'ils cultivaient. Parmi celles-ci, il y avait une espèce de bromus qui leur servait à faire un pain sans levain, ce qui vient contredire l'opinion généralement reçue, que le maïs était la seule graminée employée en Amérique.

» Un travail auquel le public, comme souscripteur de l'ouvrage, tenait beaucoup, était que l'*Histoire politique du Chili* fût ajoutée à cette publication encore trop scientifique pour lui être dans ce moment de grande utilité. Quoique à peu près étranger à ces travaux d'érudition, cependant, par déférence pour le Gouvernement et pour le public, je me décidai à l'aborder, persuadé que je n'avais qu'à relater les faits sans portée notable qui se sont passés depuis la conquête. C'était donc le simple rôle de narrateur que j'avais à remplir, sans être obligé de m'inspirer de ces idées philosophiques que les faibles connaissances que l'on a encore sur cette histoire ne pourraient permettre, et qui varient, du reste, suivant la manière de penser de chaque auteur.

» Pour rendre ce travail aussi complet que possible, je me procurai non-seulement au Chili, mais encore au Pérou et à Buenos-Ayres, les chroniques et les manuscrits relatifs au pays, et à mon retour en France je fus passer cinq mois dans les archives américaines de Séville, où se trouvent toutes les correspondances des gouverneurs. Grâce à l'autorisation que put obtenir pour moi M. de Bourgoing, alors notre ambassadeur à Madrid, je pus faire copier un grand nombre de ces précieux documents, lesquels, réunis à ceux rapportés du Chili et aux Notes prises auprès des généraux des guerres de l'indépendance m'ont mis à même de publier cette Histoire jusqu'en 1830, c'est-à-dire jusqu'à l'époque où le pays a été définitivement constitué. Les huit volumes qui en font partie sont suivis de deux autres contenant des Mémoires originaux avec leur forme native, et des Lettres de ces gouverneurs, parmi lesquelles se trouvent celles du con-

quérant du Chili, P. Valdivia, que j'ai été assez heureux de découvrir et restées jusqu'alors inconnues aux historiens.

» Indépendamment des planches d'histoire naturelle, l'Atlas en renferme encore beaucoup d'autres relatives à des vues de paysages, aux mœurs et costumes des Chiliens et Araucaniens. Il contient aussi la grande carte du Chili, copiée et mise en vente par un plagiaire anglais, et des cartes partielles de chaque province publiées séparément. Au milieu de mes nombreuses occupations, je ne pouvais guère me servir que de la boussole pour mes relevés, et bien que toutes les villes, villages, lacs, rivières et affluents s'y trouvent au grand complet, leurs positions doivent nécessairement un peu se ressentir de la méthode employée et du peu de temps que je pouvais donner à cette carte, qui ne demandait pour le moment qu'une exactitude générale, et qui pouvait être de quelque utilité puisque le Chili ne possédait qu'un canevas très-incomplet. C'est pour l'obtenir plus détaillée et plus efficace, pour servir de base à une division cadastrale, à une assiette équitable des impôts, qu'en 1849 le Gouvernement voulut en faire lever une basée sur les opérations trigonométriques, et nomma à cet effet une commission d'ingénieurs qui devaient plus tard être aidés par de véritables ingénieurs géographes, sortis d'une école spéciale fondée en 1853. Cette Commission fut mise sous la direction de M. Pissis, bien connu de l'Académie, qui, avec le zèle d'un véritable savant, s'est livré à ce travail avec une louable persévérance. Ce n'est qu'après vingt ans de voyages pénibles et incessants qu'il a pu publier ses grandes cartes régionales, qu'il réunira bientôt en une seule, sur une échelle naturellement réduite.

» Tel est l'état de l'ouvrage que j'ai eu l'honneur de présenter successivement à l'Académie. Pendant plus de quarante ans, il a occupé toutes les heures de ma laborieuse existence, et mon seul regret est d'être arrivé à un âge très-avancé, ce qui ne me permettra peut-être pas de mettre à profit les nombreux matériaux que j'avais encore réunis sur la physique terrestre. C'était sans doute beaucoup présumer de mes forces et de mes connaissances pour me décider à entreprendre un tel travail, mais le Chili était alors si peu connu et j'étais si loin de penser que le développement intellectuel allait si vite s'y réveiller, que jeter les premiers éléments de ces sciences était déjà, suivant moi, un service à rendre au pays, tout en facilitant les travauxdes fut urs savants, qui y trouveraient le terrain déblayé. Du reste, pouvant compter sur de savants collaborateurs, c'étaient des matériaux que je leur préparais, persuadé que chacun, dans sa spécialité, en tirerait un utile parti au profit de la science.

» A part toutes les nouveautés que renferme cet ouvrage, peu connu à cause de la langue dans laquelle il est écrit, il a peut-être aussi un peu contribué à cet élan intellectuel qui déjà, depuis plusieurs années, passionne la jeunesse chilienne. L'activité de la presse en offre un curieux exemple par tous les livres qu'elle publie. J'ai eu l'honneur d'en présenter, au nom du Gouvernement chilien, un très-grand nombre à l'Académie, et la bibliothèque en a reçu depuis et en recevra encore d'autres par des envois successifs. L'esprit sérieux et cultivé dans lequel ils sont écrits prouve la dignité qu'ils mettent à leurs études et l'usage utile qu'ils veulent en faire. Aussi, quoique le Chili soit la République la moins étendue en superficie de toutes celles d'origine espagnole, elle n'en est pas moins la plus tranquille, la mieux constituée, et celle où les progrès sont les plus florissants et les plus continus. »

HYDROLOGIE. — *Sur les conditions qu'on a dû chercher à réaliser dans le choix de sources destinées à l'alimentation de la ville de Paris;* Note de M. BELGRAND.

« Avant de proposer à l'Administration municipale de Paris un choix de sources pour alimenter la ville, j'ai dû résoudre deux problèmes dont je vais parler à l'Académie.

» I. — *Dans quelles proportions le bicarbonate de chaux peut-il, à la température ordinaire, rester à l'état de dissolution stable, dans une eau courante, ou dans le réseau des conduites de distribution d'une ville?*

» On sait que les eaux trop chargées de bicarbonate de chaux forment des incrustations calcaires dans les conduites.

» Pour faire comprendre l'importance de cette question, je mets sous les yeux de l'Académie des fragments de tuyaux qui ont servi pendant longtemps à la distribution des eaux de Paris. Les deux premiers proviennent, l'un d'une conduite de 8 pouces de diamètre, posée dans la rue de la Verrerie avant 1790, l'autre, de 3 pouces de diamètre, d'une conduite de la petite distribution, également très-ancienne. Elles étaient toutes deux alimentées en eau de Seine; or ni l'un ni l'autre ne présente trace d'incrustations calcaires; on y remarque simplement un léger dépôt limoneux qui adhère aux parois. J'ai constaté le même fait dans les nombreuses conduites d'eau de Seine que j'ai fait relever. Donc le bicarbonate de chaux est à l'état de dissolution stable dans l'eau de la Seine à Paris.

» Deux autres fragments de tuyaux proviennent de la distribution d'eau d'Arcueil. Le premier appartenait à la conduite maîtresse de 8 pouces, qui part du réservoir de l'Observatoire et qui a été posée en 1845, l'autre à une conduite de 3 pouces de diamètre, qui dessert le Val-de-Grâce. Toutes deux sont revêtues d'une croûte de carbonate de chaux, qui atteint 0m,01 environ, dans la grosse conduite, et qui obstrue presque complétement la petite.

» Les conduites d'eau d'Ourcq, posées quelques années avant, sont dans le même état. L'épaisseur de l'incrustation est d'environ $0^m,01$ dans les conduites maîtresses. Les conduites de la petite distribution sont souvent presque obstruées.

» Donc les eaux d'Ourcq et d'Arcueil sont incrustantes.

» Le développement de la canalisation des eaux de Paris est aujourd'hui, en nombre rond, de 1408 kilomètres, et, dans ce nombre, les petites conduites de 4 pouces et au-dessous de diamètre comptent pour 938 kilomètres. L'eau de l'Ourcq, qui est incrustante, circule dans la moitié au moins de ce réseau. On comprend donc combien la situation est grave; si l'on n'y portait remède, la partie la plus populeuse de la ville se trouverait tôt ou tard privée d'eau, par l'obstruction du réseau de la petite canalisation d'eau de l'Ourcq.

» Ces études ont été commencées en 1854; on ne connaissait pas alors la solution du problème énoncé en tête de cette Note. On peut s'en assurer, en consultant deux ouvrages publiés vers cette époque, l'un par M. Dupuit, ancien directeur du service municipal (1), l'autre par M. Ch. Sainte-Claire Deville (2). Je résolus donc de chercher moi-même la solution du problème.

» Voici la méthode que j'ai suivie : il est évident qu'une rivière, alimentée par des sources incrustantes, doit ramener elle-même au point de stabilité la dissolution de bicarbonate de chaux que renferment ses eaux. Je choisis deux années très-sèches, 1857 et 1858, et je déterminai le titre hydrotimétrique de 73 échantillons d'eau de la Seine et de ses grands affluents. J'étais certain que tous ces cours d'eau étaient alimentés uniquement par des sources, puisqu'il n'avait pas plu depuis longtemps. Je m'assurai ainsi que, dans les terrains dont les sources sont très-chargées de carbonate de chaux, les rivières abaissaient leur titre hydrotimétrique à une limite très-voisine de 19 degrés. Je citerai, comme exemples, les essais faits sur la Seine et sur l'Yonne.

» SEINE. — *Traversée des terrains oolithiques, Bourgogne et Champagne* (titre hydrotimétrique moyen des sources, 23°,27).

» La Seine était à sec, dans la traversée de la grande oolithe, en amont de Châtillon; elle renaissait dans la grande source de la Douix, en aval de cette ville, et sa portée croissait, à chaque source et à chaque confluent, jusqu'à Bar-sur-Seine. Entre Bar-sur-Seine et Troyes, l'augmentation du débit était insignifiante. Le titre hydrotimétrique s'abaissait, de Châtillon à Bar-sur-Seine, et restait constant de Bar-sur-Seine à Troyes, sur près de 40 kilomètres.

---

(1) *Traité de la conduite des eaux*; 1854.
(2) *Annuaire des eaux de France*; 1851.

	Titre hydrotim.
Eau de la Douix à Châtillon..	23°,50
» de la Seine au pont de l'Abbaye, à moins de 1 kilomètre de la Douix (27 août 1858)..	21°,52
» de la Seine à l'aval du moulin de Bar-sur-Seine (15 octobre 1857).....	18°,60
» de la Seine à Troyes (4 octobre 1857)........................	18°,60

» *Traversée de la craie blanche, Champagne. Seine* (titre hydrotimétrique moyen des sources, 14°,08).

» Ce titre étant moins grand que celui de la Seine à Troyes, la quantité de bicarbonate de chaux, en dissolution dans l'eau du fleuve, doit diminuer dans la traversée de la craie, et c'est ce qui a lieu en effet.

» Titre hydrotimétrique de l'eau de la Seine à Nogent, à l'aval du confluent de l'Aube (15 octobre 1857).. 17°,50

» Des résultats analogues ont été obtenus sur l'Aube et sur la Marne.

» Titre hydrotimétrique de l'Aube à Arcis (7 octobre 1857).............. 17°,80

» de la Marne à Épernay, sortie de la Champagne sèche (22 juillet 1858).. 16°,32

» YONNE. — J'ai constaté qu'à la sortie du Morvan l'eau de l'Yonne et de son affluent, la Cure, ne renfermait pour ainsi dire pas de sels terreux.

» Titre hydrotimétrique de l'eau de l'Yonne.......	le 7 octobre 1857....	1°,10
	le 22 juillet 1858....	1°,50
» Titre hydrotimétrique de l'eau de la Cure au pont confluent des Saints-Pères.......................	le 8 octobre 1857...	1°,50
	le 23 juillet 1858....	2°,16

» Dans la traversée des terrains oolithiques et de la craie, l'Yonne reçoit des sources énormes et d'assez nombreux affluents; elle se charge donc de sels terreux.

» Titre hydrotimétrique de l'Yonne à Sens, à l'aval de la Vanne....................................	le 6 octobre 1857....	14°,81
	le 29 juillet 1858....	15°,15

» La portée de l'Yonne étant plus grande, en temps d'étiage, que celle de la Seine, le titre hydrotimétrique de l'eau du fleuve doit s'abaisser à l'aval du confluent des deux rivières, et c'est ce qui a lieu en effet.

» Titre hydrotimétrique de l'eau de la Seine à Port-à-l'Anglais (carbonates terreux seulement)...........	le 15 octobre 1857...	15°,83
	le 29 juillet 1858....	15°,83

» A Paris, le titre correspondant au carbonate de chaux, a varié de 16°,13 à 17°,77

L'Oise et les autres affluents, jusqu'à Rouen, ne modifient pas sensiblement le titre hydrotimétrique de l'eau du fleuve.

» Ce titre, de Paris à Rouen, s'est trouvé compris entre 16°,50 et 17°,13.

» Il résulte de ces observations que les cours d'eau alimentés par des sources trop chargées de carbonate de chaux abaissent naturellement leur

titre hydrotimétrique à 18°,60, et que ce titre, ainsi abaissé, reste stable sur des parcours de 30 à 40 kilomètres.

» J'ai fait une très-longue et très-intéressante vérification de cette loi. Pendant treize ans, j'ai relevé, jour par jour, le titre hydrotimétrique de l'eau du fleuve, depuis le 1er janvier 1855, au pont Royal, et depuis le 1er janvier 1862, à Port-à-l'Anglais. Il est évident que les crues, produites par l'Yonne et les autres affluents du Morvan, doivent amener une plus grande quantité d'eau pure et, par conséquent, abaisser le titre hydrotimétrique du fleuve à Paris. Au contraire, les longues crues de sources des terrains oolithiques doivent augmenter la proportion des sels terreux et, par conséquent, relever le titre hydrotimétrique. Cette double loi se vérifie toujours à Port-à-l'Anglais.

» J'ai rapporté, jour par jour, la courbe hydrotimétrique de l'eau de la Seine à Port-à-l'Anglais, depuis le 1er janvier 1862 jusqu'au 1er août 1869. Lorsqu'une crue de l'Yonne, qui dure à peine trois ou quatre jours, passe à Port-à-l'Anglais, le titre hydrotimétrique s'abaisse vers 16 degrés, et quelquefois au-dessous. Lorsque, après la crue de l'Yonne, arrive cette longue crue des sources des calcaires oolithiques de la Bourgogne, qui durent des mois entiers, le titre se relève et monte jusqu'à 19°,60, et quelquefois plus haut.

» Je citerai, comme exemple, la grande crue d'été de septembre 1866. Vers le 15 juillet, les sources éphémères des terrains oolithiques commencèrent à se gonfler; les rivières débordèrent et les prairies restèrent couvertes d'eau depuis le 15 juillet jusqu'à la fin d'avril 1867. C'est la plus longue crue de sources constatée depuis quinze ans. L'Yonne et ses affluents éprouvèrent leur plus grande crue connue du 23 au 27 septembre; dès la fin d'août, la courbe hydrotimétrique s'éleva au titre limite et s'y soutint jusqu'à la fin de février. Seulement chaque crue de l'Yonne produisit une dépression dans la courbe. La grande crue de septembre commença à se faire sentir à Paris le 24, atteignit son maximum le 29, et redescendit rapidement les jours suivants. Le titre hydrotimétrique, tenu très-haut par la crue des sources, se déprima rapidement le 24, et tomba au-dessous de 16 degrés les 25, 26, 27 et 28 septembre, puis remonta progressivement jusqu'à 20°,21, lorsque la crue torrentielle fut passée.

Titres hydrotimétriques de l'eau de la Seine à Port-à-l'Anglais, en amont de Paris, pendant le passage d'une grande crue. (Les nombres correspondant au passage de la crue sont en chiffres gras.)

22 sept. 1866...	18°,80	29 sept. 1866...	**16°,21**	6 oct. 1866...	18°,33
23 » ...	18,80	30 » ...	**16,21**	7 » ...	**20,21**
24 » ...	**16,75**	1er oct. » ...	18,56	8 » ...	19,74
25 » ...	**15,98**	2 » ...	19,03	9 » ...	19,74
26 » ...	**15,98**	3 » ...	19,55	10 » ...	19,74
27 » ...	**15,98**	4 » ...	18,09	11 » ...	19,97
28 » ...	**15,98**	5 » ...	18,33	12 » ...	**20,21**

» Je viens de dire que les crues des rivières de la Bourgogne duraient, presque tous les ans, pendant des mois entiers, et qu'alors le titre hydrotimétrique de l'eau de la Seine, correspondant au bicarbonate de chaux, atteignait la limite 18°,60. Si donc ce titre était trop élevé, l'eau de Seine serait incrustante tous les ans pendant quelques mois, et les conduites posées depuis longtemps seraient tapissées de dépôts calcaires; or c'est ce qui n'a pas lieu. Donc on peut distribuer sans crainte une eau dont le titre hydrotimétrique ne dépasse pas 18°,60.

» Les choses se passent dans les conduites de distribution à peu près comme dans les rivières. Lorsque leur titre hydrotimétrique dépasse 18°,60, les eaux sont incrustantes.

« J'ai déterminé tous les lundis, pendant un an, le titre hydrotimétrique des eaux du canal de l'Ourcq et d'Arcueil, qui sont, non pas très-incrustantes, comme on le croit généralement, mais près de la limite où les eaux cessent de l'être : ce sont des eaux limites. Ce travail a été détruit par l'incendie de mon cabinet. Si ma mémoire est bonne, le titre hydrotimétrique correspondant au bicarbonate de chaux en dissolution dans l'eau de l'Ourcq, puisée à l'aqueduc de ceinture, est environ 24 degrés.

» Pour l'eau d'Arcueil, j'ai conservé les résultats suivants :

		Titre hydrotimétrique correspondant aux carbonates terreux.
Puisages du 4 juin 1858	A la source de Rungis............	21°,69
	A l'aval de la chute du pont aqueduc.	21,41
	Au réservoir de l'Observatoire.....	20,13

Ce dernier nombre concorde d'une manière remarquable avec le titre hydrotimétrique déduit d'une analyse de l'eau d'Arcueil, puisée à la fontaine Saint-Michel. Ce titre est 20°,25. L'analyse est de notre collègue M. H. Sainte-Claire Deville.

» Entre la source et la chute du pont aqueduc d'Arcueil, sur une longueur de 7168 mètres, il ne se forme, pour ainsi dire, aucun dépôt sur les parois de l'aqueduc. C'est une chute de 60 centimètres, qui se trouve en tête du pont aqueduc, qui détermine le départ de l'acide carbonique et le dépôt du carbonate de chaux. L'eau devient immédiatement très-incrustante, et les dépôts, sous la chute même, sont considérables. De là jusqu'au regard de l'Observatoire, sur une longueur de 5797 mètres, le pouvoir incrustant de l'eau va en diminuant et devient très-faible à l'extrémité de l'aqueduc. »

» J'ai détruit complétement cette propriété de l'eau d'Arcueil par le moyen suivant : j'ai porté à 1 mètre la hauteur de la chute du pont aqueduc. J'ai placé au-dessous de cette chute un récipient hémisphérique en tôle, tout criblé de petits trous. L'eau débitée par l'aqueduc passait par ce récipient et tombait en pluie dans le petit bassin construit sous la chute. Des brins de bouleau restèrent immergés pendant quatre mois dans chaque regard. Sous la chute, après ce délai, pour me servir d'une expres-

sion vulgaire, ils étaient complétement pétrifiés. Aux regards suivants, l'épaisseur des dépôts décroissait rapidement, et en amont des fortifications, à 4531 mètres de la chute, les brins de bouleau n'étaient même pas blanchis : l'eau n'était donc plus incrustante.

» Les eaux d'une distribution dont le titre hydrotimétrique atteint ou dépasse 20 degrés sont donc incrustantes. Ainsi le titre de l'eau de la source du Rosoir, distribuée à Dijon, est 22 degrés. L'eau est incrustante, et, d'après les renseignements qui m'ont été donnés par M. Bazin, en vingt ans, les dépôts, dans les conduites, atteignent une épaisseur de 2 à 3 millimètres. Les dépôts sont beaucoup plus épais aux points où le régime se modifie d'une manière quelconque, par exemple à la rencontre des robinets d'arrêt. Au jet d'eau du parc, l'épaisseur des incrustations, dans la conduite de fuite, s'augmente de $0^m,01$ par an.

» Le titre limite 18°,60, que j'ai obtenu en 1857 et 1858, ne paraît donc ni trop haut ni trop bas. Toute eau dont le titre dépasse ce nombre est incrustante; toute eau dont le titre est égal ou plus petit n'est pas incrustante et peut être distribuée sans danger.

» Dans les analyses, les dosages sont exprimés en carbonate de chaux ou simplement en chaux. Le titre limite 18°,60 correspond à $0^{gr},1916$ de carbonate de chaux ou au poids de bicarbonate de chaux correspondant à $0^{gr},1060$ de chaux par litre d'eau. Telles sont les limites dans lesquelles on doit se renfermer. Il est évident que le sulfate de chaux, le chlorure de calcium et autres sels de chaux solubles, n'augmentent pas le pouvoir incrustant de l'eau.

» Les éléments de ce travail ont été publiés en 1858, dans un Mémoire du Préfet de la Seine qui a été détruit par l'incendie : on peut donc les considérer aujourd'hui comme inédits.

» Longtemps après, M. Schlœsing a présenté à l'Académie les résultats d'expériences sur les quantités de bicarbonate de chaux dissoutes dans l'eau, pour différentes pressions d'acide carbonique (*Comptes rendus* du 24 juin 1872, p. 1552, et du 8 juillet 1872, p. 70). Ce travail, beaucoup plus complet et ingénieux que le mien, ne conduit cependant pas au but pratique que je voulais atteindre. M. Lemoine, mon collaborateur, a bien voulu calculer la quantité de bicarbonate de chaux qui, d'après les expériences de M. Schlœsing, se dissoudrait dans l'eau sous la pression de l'acide carbonique répandu dans l'atmosphère. Cette quantité correspondrait à $0^{gr},06$ de carbonate de chaux par litre. D'après cela, non-seulement

l'eau de Seine, mais encore l'eau des puits artésiens de Grenelle et de Passy serait incrustante, ce qui n'a pas lieu.

» II. — Voici quel était le second problème à résoudre : *Pente minimum à donner à un aqueduc.*

» Cette question n'était pas moins importante que la première. En effet, les sources parmi lesquelles on pouvait faire un choix sont toutes situées au fond des vallées les plus profondes, qui sillonnent les plaines très-peu élevées qui constituent la plus grande partie du bassin de la Seine.

» Suivant moi, la pente minimum d'un aqueduc est celle qui donne à l'eau une vitesse suffisante pour qu'il ne se forme aucun dépôt vaseux dans la cunette.

» Cette vitesse est connue. D'après Dubuat, les matières vaseuses ne se déposent pas dans une eau animée d'une vitesse moyenne de $0^m,15$. Comme il faut se tenir un peu au-dessus de la limite, j'ai supposé que dans l'aqueduc la vitesse moyenne serait de $0^m,25$ au moins, ce qui, pour les types admis, correspond à une pente d'environ $0^m,10$ par kilomètre.

» Il est à remarquer que cette pente, quoique bien faible, n'a pas augmenté les frais de construction, au moins pour ce qui concerne l'aqueduc de la Dhuis; c'est ce que je vais démontrer.

» A l'époque où j'ai été attaché au service des eaux et des égouts de Paris, on admettait que le vide du plus petit type d'égout ou d'aqueduc praticable devait avoir $1^m,75$ de hauteur sous clef, $0^m,70$ de largeur aux naissances de la voûte et $0^m,50$ de largeur au radier. La forme adoptée résistait mal à la poussée des terres : on donnait donc d'assez grandes épaisseurs aux maçonneries.

Le cube des maçonneries était de................	$2^{mc},43$
Celui du vide, de............................	$1^{mc},01$

Le cube du plein était donc à peu près deux fois et demie plus grand que celui du vide.

» Quelques années avant, un des ingénieurs du service municipal, M. Mille, obtint l'autorisation de faire l'essai d'un type d'égout ovoïde beaucoup mieux disposé pour résister à la poussée des terres. Cet égout avait 2 mètres de hauteur sous clef et $1^m,20$ de largeur aux naissances des voûtes. L'épaisseur des parois était beaucoup plus mince que dans les types admis. La construction fut faite dans la rue Saint-Antoine, sur une longueur de 100 mètres, et le succès fut complet. Les chefs du service résistèrent longtemps à cette innovation, à l'exception du directeur, M. Dupuit, qui acceptait pleinement des types d'égouts dérivés de celui de M. Mille, lorsqu'il quitta le service municipal.

» C'est d'après des types analogues, que l'on a construit 400 kilomètres d'égout depuis mon entrée au service municipal. J'ai été conduit, par les mêmes raisons, à proposer un type ovoïde d'aqueduc, pour dériver les sources de la Dhuis et du Surmelin; seulement

l'œuf est posé sur son gros bout. La section transversale est formée d'un demi-cercle de $1^m,40$ de diamètre intérieur, surmonté d'une demi-ellipse, dont le petit axe a la même longueur de $1^m,40$ et le demi-grand axe $1^m,05$. L'épaisseur des maçonneries est uniformément de $0^m,20$. La section utile, c'est-à-dire celle du vide, est égale à $1^m,92$, presque deux fois plus grande que celle du plein ou des maçonneries, qui ne dépasse pas $1^m,10$. En somme, l'aqueduc a $1^m,75$ de hauteur sous clef et $1^m,40$ de largeur à la naissance des voûtes. C'est, suivant moi, la plus petite section que l'on puisse donner à un aqueduc, d'une très-grande longueur, qui doit traverser de mauvais terrains. L'aqueduc de la Dhuis est construit, sur près du tiers de sa longueur, dans les marnes vertes de Montmartre, c'est-à-dire dans un des plus mauvais terrains connus.

» Avec cette section les réparations courantes et les visites générales se font très-facilement. Ainsi, après la guerre, on a trouvé l'aqueduc plein de terre sur un grand nombre de points; on y constatait aussi de nombreuses petites avaries intérieures. Le nettoyage général et les réparations ont été exécutés en très-peu de jours, ce qui n'aurait pas été possible, si sa section n'avait pas permis aux ouvriers de parcourir l'aqueduc en se tenant debout.

» Avec la pente minimum de $0^m,10$ par kilomètre, l'aqueduc étant entièrement rempli d'eau, on trouve, par la formule de Prony, que la vitesse d'écoulement est de $0^m,29$ par seconde. Les limons ne se déposent donc pas dans la cunette. Le débit correspondant est de 557 litres par seconde; or le volume à débiter n'est que de 463 litres par seconde. L'aqueduc se remplit donc d'autant moins que, l'enduit étant lisse, nous profitons de l'augmentation de vitesse qui, d'après les expériences de Darcy et de Bazin, doit se produire en pareil cas; c'est ce que nous avons constaté en effet. Ainsi, pour le cas spécial de la Dhuis, on n'augmente pas la dépense, en adoptant la pente minimum de $0^m,10$ par kilomètre, parce que la section minimum d'aqueduc suffit encore pour porter le volume d'eau à dériver.

» Nous franchissons les vallées avec des conduites forcées métalliques, auxquelles on a donné improprement le nom de *siphons*. Pour la dérivation de la Dhuis, ces conduites se composent d'un tuyau de 1 mètre de diamètre ayant $0^m,60$ de charge par kilomètre.

» J'ai été conduit par mes études à ce résultat pratique. Un long aqueduc, dans les terrains qui entourent Paris, se compose, pour les $\frac{9}{10}$, de conduites en maçonnerie, à pente régulière de $0^m,10$ par kilomètre, et pour $\frac{1}{10}$ de conduites forcées métalliques, ayant $0^m,60$ de charge par kilomètre. D'après cela, la pente totale d'un aqueduc de 100 kilomètres de longueur est de 15 mètres.

» On a été conduit à construire deux aqueducs : l'un, destiné aux quartiers hauts de la rive droite, débouche dans le réservoir de Ménilmontant, à l'altitude de 108 mètres; l'autre, destiné à l'alimentation du reste de la ville, versera ses eaux dans le réservoir de Montrouge, à l'altitude de 80 mètres.

» D'après les données qui précèdent, l'eau des sources choisies devrait contenir, au plus, en dissolution, une quantité de bicarbonate de chaux

correspondant à 0^{gr},1060 de chaux; l'altitude des sources devrait être au moins égale à l'altitude du trop-plein de l'un des deux réservoirs, augmentée des $\frac{15}{100}$ de la longueur de l'aqueduc. Je ferai connaître dans une prochaine Communication quelles sont les sources choisies, quelles sont celles qui satisfont à cette double condition, et comment, pour celles qui n'y satisfont pas complétement, on est parvenu à atténuer convenablement les inconvénients signalés ci-dessus. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, laissée vacante par la démission de M. le comte *Jaubert*. Cette Commission doit se composer de deux Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, de deux Membres pris dans les Sections de Sciences physiques, de deux Académiciens libres, et du Président de l'Académie.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 52, les Membres qui obtiennent le plus de suffrages sont :

Dans les Sections de Sc. mathématiques,	M. Bertrand.	40 suffr.
»	M. Jamin.	19 »
»	M. Becquerel.	17 »
»	M. Chasles	16 »
Dans les Sections de Sciences physiques,	M. Boussingault. . . .	26 »
»	M. Milne Edwards. . .	23 »
»	M. Dumas.	18 »
Parmi les Académiciens libres,	M. Roulin.	27 »
»	M. Bienaymé.	19 »
»	M. Belgrand.	17 »

M. Roulin déclare que l'état de sa santé ne lui permettrait pas de prendre part aux travaux de la Commission.

En conséquence, la Commission se composera de M. de Quatrefages, Président en exercice, et de MM. Bertrand, Jamin, Boussingault, Milne Edwards, Bienaymé, Belgrand.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un

Correspondant pour la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *Haidinger*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Leymerie obtient.	22 suffrages.
M. A. Perrey.	15 »
M. Lory.	6 »
M. Pissis.	2 »
M. Raulin	1 »

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin, après lequel l'élection, aux termes du règlement, pourra avoir lieu à la majorité relative.

Le nombre des votants étant 50,

M. Leymerie obtient.	28 suffrages.
M. A. Perrey	18 »
M. Lory.	3 »
M. Boileau.	1 »

M. Leymerie, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Mécanique, en remplacement de feu M. *Moseley*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50,

M. Didion obtient.	27 suffrages.
M. Boileau.	23 »

M. Didion, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur un illuminateur spectral;* Note de M. **F.-P. Le Roux**.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Les expériences délicates de l'optique moderne exigent très-souvent l'emploi de lumières simples de couleurs variées. Trois méthodes d'obtenir de semblables lumières sont principalement mises en pratique, à savoir : les flammes monochromatiques, l'emploi d'écrans absorbants, et

l'isolement des rayons qui constituent la lumière blanche par le moyen de la dispersion prismatique. Les deux premières se réduisent presque exclusivement, l'une à l'emploi de la lampe monochromatique à chlorure de sodium, la seconde à celui des verres colorés en rouge. Quant à la troisième, elle n'est pas aussi restreinte dans ses procédés que les deux premières, puisqu'elle permet d'utiliser toute espèce de radiations; mais le plus souvent on recule devant son emploi, à cause de la complication des installations et de la lenteur des préparatifs nécessaires pour changer, pendant le cours d'une expérience, la couleur de la lumière utilisée. Au cours de mes recherches sur la dispersion des gaz et des vapeurs, il m'est devenu nécessaire de pouvoir faire varier presque instantanément la nature de la lumière éclairant la fente d'un collimateur; c'est ainsi que j'ai été amené à imaginer l'appareil que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, et à l'emploi duquel j'espère que les physiciens trouveront quelque commodité.

» Le problème était celui-ci : étant donné un faisceau de lumière composée, invariable de direction, en extraire les rayons de diverses couleurs pour les envoyer isolément dans une même direction, avec cette condition, que l'axe de chaque faisceau se trouve pour chacun d'eux passer par un point fixe. Or, que l'on conçoive un rayon de lumière blanche, de direction constante, rencontrant un prisme; parmi tous les rayons colorés qui le composent il y en a un qui subit une déviation minimum; celui-là émerge en faisant avec la bissectrice de l'angle réfringent du prisme un angle égal à celui formé avec cette même droite par le rayon incident. Si maintenant on recueille avec un miroir le faisceau dispersé, on pourra renvoyer dans telle direction que l'on voudra le rayon simple dont nous venons de parler. Cela posé, supposons que le prisme vienne à tourner d'un certain angle, le rayon subissant le minimum de déviation aura changé et il fera en émergeant, avec la direction du premier, un angle double de la rotation du prisme; mais, si en même temps le miroir tourne d'une quantité égale à cette dernière, le rayon réfléchi restera parallèle à la direction suivie par le rayon précédent; il n'y aura de changé que la nature du rayon. On peut se poser en outre une autre condition, à savoir : que le rayon réfléchi passe toujours par un même point; pour la remplir, il n'y aura qu'à placer l'axe de rotation du miroir sur sa surface et à lui faire rencontrer la direction que l'on veut conserver fixe, et passant par le point donné; il faudra, en outre, que le prisme puisse prendre un mouvement convenable de translation, en même temps qu'il est animé de son mouvement de rotation.

» J'ai réalisé toutes ces conditions en rendant le prisme et le miroir solidaires chacun de la diagonale de deux losanges parfaitement égaux, ayant un côté commun et formant par leur réunion un parallélogramme articulé, dont l'un des côtés est double de l'autre. Les rayons incident et émergent de l'explication qui précède sont remplacés par les axes de deux collimateurs tournés en sens inverse; une alidade mue par une vis indique les mouvements du système. Pour se servir de l'appareil, on commence par le tarer, en éclairant la fente du collimateur antérieur au moyen de la lumière solaire et relevant les positions de l'alidade, lorsque les différentes raies viennent passer en un point déterminé du plan focal du collimateur postérieur. Cela fait une fois pour toutes, veut-on éclairer un appareil par de la lumière de nature variable, on commence par placer l'alidade à la position correspondant à la raie D; puis, éclairant la fente avec une flamme d'alcool salé, on règle la position de tout le système pour envoyer d'une manière convenable le faisceau émergent à l'appareil que l'on se propose d'éclairer; cela fait, on substitue à la flamme d'alcool salé une source quelconque de lumière blanche, et il n'y a plus qu'à tourner la vis de l'appareil pour lui faire envoyer dans la direction choisie toute lumière désirée; les indications de l'alidade font chaque fois connaître avec précision la nature de cette lumière. »

PHYSIQUE. — *Action de l'électricité sur les flammes.* Mémoire de M. V. NEYRENEUF. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Dumas, Jamin.)

« On démontre l'existence du vent électrique en approchant une flamme d'une pointe électrisée. L'expérience est en réalité complexe et dépend, entre autres conditions, de la nature du fluide que l'on emploie.

» Une flamme doit être considérée comme un corps assez bon conducteur : produite à l'extrémité d'un tube de verre bien isolant et placée devant une pointe, elle attirera les molécules d'air qui environnent cette pointe de manière à constituer le vent. Elle est susceptible elle-même d'être attirée, et avec d'autant plus d'énergie que sa distance à la pointe sera plus petite; de telle sorte qu'il doit exister une certaine distance pour laquelle le vent a une intensité maximum : c'est ce que l'expérience constate.

» Si la flamme est produite à l'extrémité d'un bec métallique en communication avec l'une des armures de la machine de Holtz, tandis que la pointe communique avec l'autre, le vent électrique est beaucoup plus in-

tense, d'une manière générale; mais les effets se compliquent suivant la nature du fluide et suivant les dispositions relatives de la pointe et de la flamme. Les choses se disposent toujours comme si l'électricité se propageait réellement dans le sens du positif au négatif : ainsi une pointe positive refoule d'une manière très-nette une flamme, tandis qu'une pointe négative manifeste une attraction très-marquée.

» Avec une flamme chaude de Bunsen, on n'obtient plus de répulsion sensible.

» Avec une flamme un peu grande, on peut produire à la fois le vent électrique proprement dit, et l'attraction ou la répulsion signalée pour les flammes non isolées.

» Je reviendrai, dans une prochaine Communication, sur des attractions et des répulsions observées avec des corps en poudre, lesquelles se rattachent au même ensemble de faits. »

HYDRAULIQUE. — *Sur l'application des courbes des débits à l'étude du régime des rivières et au calcul des effets produits par un système multiple de réservoirs.* Mémoire de M. Graeff. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi au Concours du prix Dalmont.)

« Le Mémoire actuel a pour double but de déterminer l'action d'un système multiple de réservoirs et d'indiquer l'utile parti que l'on peut tirer de l'emploi des courbes des débits pour l'étude du régime des rivières et pour celle de l'alimentation des canaux de navigation, d'irrigation, d'usines ou de conduites d'eau.

» 1° En ce qui concerne les questions diverses que comporte le régime des rivières et l'alimentation des canaux, l'emploi des courbes des débits permet de résoudre ces questions avec la plus grande simplicité et avec une exactitude tout à fait suffisante pour la pratique.

» 2° En ce qui concerne la question des réservoirs d'inondation, on peut déterminer avec certitude l'effet d'un réservoir unique sur l'atténuation des crues dans une région prochaine en aval; il n'en est plus de même lorsqu'on a affaire à un système multiple de réservoirs disséminés dans un bassin, tant sur le cours d'eau principal que sur ses affluents de divers ordres; dans ce cas, l'incertitude sur l'effet définitif de cet ensemble de réservoirs va en augmentant avec leur nombre; et ce système ne pourrait être employé, avec quelque sécurité, que dans le cas très-particulier d'un

petit nombre de retenues, ou dans le cas où, étant nombreuses, les retenues seraient toutes placées sur le cours d'eau principal.

» Dès lors, le système qui consisterait à établir sur tous les affluents d'un fleuve de nombreux réservoirs, dans le but de réduire l'importance de ses crues, n'offre pas une certitude suffisante pour qu'il soit admissible d'une manière générale; l'application d'une idée qui semble si simple, au premier abord, pourrait conduire en définitive aux plus redoutables mécomptes. »

VITICULTURE. — *Observations relatives au Phylloxera vastatrix.* Note de M. MAX. CORNU, présentée par M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

I.

« *Montpellier, 12 avril.* — On peut constater encore en ce moment un fait de nature à frapper les observateurs les moins attentifs. Le *Phylloxera*, au lieu de se montrer par groupes très-visibles, avec une couleur en général très-jaune, environné d'œufs et présentant une taille variable, mais voisine de $0^{mm},75$, se montre dans des conditions bien différentes. Il est assez clair-semé, quoique tout aussi nombreux peut-être, difficilement visible, avec une couleur brun foncé; il n'est pas accompagné d'œufs, ou du moins les œufs sont-ils très-rares; il est d'une taille fort réduite, environ $0^{mm},27$. Tel est l'aspect que l'insecte offre pendant tout l'hiver; c'est dans cet état qu'on le voit encore au Mas de las Sorres, près de Montpellier.

» Sur un grand nombre d'individus observés, trois ou quatre au plus étaient jaunes, les autres étaient bruns. La couleur brune, pendant l'été, caractérise les *Phylloxera* morts; il est loin d'en être ainsi en ce moment.

» Quelques-uns de ces insectes se déplacent sous les yeux de l'observateur et montrent ainsi leur vitalité; cependant leurs mouvements sont lents. Agiles ou non, ils sont tous semblables entre eux et manifestement au même état; ils sont tous de même taille ou à peu près. Il est bien clair que leur immobilité n'est pas un état maladif, mais qu'elle est due à une période particulière de leur existence et à la saison froide; en un mot, ils sont dans la période *d'hibernation*.

» A quoi est due la teinte brune qu'on observe chez tous les individus, à de rares exceptions près, pendant l'hiver?

» Sur les racines rapportées du Mas de las Sorres et que j'examinais avec soin, une par une, se trouvait un individu différent des autres; il offrait une teinte d'un jaune vif et se déplaçait assez rapidement; c'était le seul

dans cet état. A première vue, il était facile de constater qu'il offrait une taille notablement supérieure à celle des autres. Il fut mis sur le porte-objet du microscope et écrasé; la même opération fut faite pour des pucerons bruns. La couleur des globules graisseux et colorés fut trouvée un peu différente dans les deux cas; ils sont réunis peut-être en masses plus gorsses chez l'individu jaune, ce qui pouvait expliquer sa teinte plus vive; mais il y a une autre explication plus naturelle.

» Le tégument externe des *Phylloxera* jaunes est relativement très-mince, il est incolore; celui des insectes bruns est épais et coloré en brun. Ce tégument est assez épaissi pour qu'on y puisse remarquer des détails que je n'avais pu distinguer auparavant. A l'extrémité des antennes, qui est taillée en bec de flûte, il y a un organe spécial du tact, de l'odorat ou de l'ouïe (1), d'une structure assez compliquée. Sur les individus bruns, on peut voir à la surface certaines réticulations qu'il est absolument impossible de retrouver sur les autres.

» Le lendemain, en examinant la portion d'écorce sur laquelle avait été trouvé le *Phylloxera* jaune dont il vient d'être question, il s'en montra un autre, jaune aussi, *qui ne s'y trouvait point la veille;* l'un des *Phylloxera* bruns s'était donc transformé. En l'examinant avec soin, je remarquai qu'il était encore engagé par la partie postérieure dans une enveloppe dont il s'efforçait de se débarrasser. Il agitait vivement ses antennes et ses pattes. La dépouille dont l'insecte s'était débarrassé était fendue par la partie antérieure, suivant une ligne symétrique située dans un plan vertical; à l'air sec, il se dégagea rapidement de ce tégument. On pouvait voir sur le jeune animal certains pores, vraisemblablement des stigmates dont on n'avait pas encore fait mention, ce me semble. Il était d'une couleur jaune très-brillante; l'enveloppe qu'il avait rejetée était très-brune. Telle est l'explication du changement de couleur.

» En écrasant les individus bruns, il n'est pas rare de voir dans les antennes ou dans les pattes un deuxième appendice tout à fait semblable, emboîté dans le premier, mais un peu en retrait. Cela produit parfois des apparences difficiles à interpréter au premier abord. C'est le premier prélude du changement d'état.

---

(1) A cet état, le *Phylloxera* paraît posséder uniquement des yeux formés de trois cellules de pigment rouge; il tâte le sol, sur lequel il s'avance avec précaution, au moyen de ses deux antennes, comme un aveugle qui se servirait de deux cannes, ainsi que cela a été dit souvent.

» Cette mue explique la couleur variant parfois, mais dans des limites plus étroites, que présentent les pucerons pendant l'été et qui est, tantôt d'un jaune vif, tantôt d'un jaune verdâtre.

» Les poils qui garnissent les antennes et les pattes sont, aussitôt après la mue, beaucoup plus courts que ceux de l'enveloppe qui vient d'être abandonnée; on le comprend, puisqu'ils étaient contenus dans des organes tout à fait semblables et *moulés*, pour ainsi dire, dans l'intérieur de ces organes.

» Ainsi, pour passer de l'état brun à l'état jaune, c'est-à-dire de la période de torpeur à la période d'activité, ces insectes changent de peau. Comme ils dépouillent leur ancienne enveloppe jusque dans ses moindres replis, ils changent forcément de place; du reste, ils ont retrouvé une certaine agilité, qui leur permet de chercher un autre emplacement; quelquefois, cependant, ils s'éloignent peu de leur ancienne station.

» Il y a loin de là à ces *Phylloxera* que je voyais cet automne franchir rapidement des distances relativement considérables; mais nous avons en ce moment une température peu élevée, et la chaleur modifie singulièrement l'énergie des insectes.

» On peut tirer quelques conclusions de ces faits, relativement à l'époque la plus favorable pour attaquer le *Phylloxera*, mais elles doivent être présentées avec beaucoup de réserve.

» On sait que les œufs sont environnés d'une enveloppe qui leur permet de résister aux agents extérieurs et aux causes de mort mieux que ne peuvent le faire les insectes, et c'est peut-être à cela que doivent être attribués certains faits assez extraordinaires de vitalité du *Phylloxera*. Faut-il donc tenter de détruire le parasite en hiver, époque à laquelle il n'existe plus ou presque plus d'œufs? On anéantirait par là les mères pondeuses et leurs générations futures. Vaut-il mieux essayer de tuer du même coup, pendant l'été, les insectes et les œufs qu'ils ont pondus?

» On vient de voir que sous son enveloppe brune et épaisse l'insecte hibernant en possède ou en formera une autre qui l'isolera des agents de destruction; s'il n'y a pas d'œufs pour propager l'espèce, chaque individu est donc mieux défendu. Il présente d'ailleurs une énergie vitale presque nulle; il est endormi, ne se nourrit pas activement, et n'est guère en état d'absorber les substances toxiques.

» C'est peut-être au moment où il passe de l'état de repos à l'état d'activité; à l'instant où il ne pond pas encore; où il n'est couvert que d'une peau tendre et délicate, qui le protége moins; c'est peut-être alors, dis-je,

qu'il est le moins difficile à combattre. Il n'est pas encore adulte et doit grandir encore pendant un certain intervalle et muer plusieurs fois sans doute avant de pondre. Il entre dans une période de mobilité et d'activité organique; il doit être moins insensible aux actions destructives, toxiques, par exemple, que lorsqu'il est engourdi.

» On pourrait peut-être tourner contre lui ce réveil de l'activité organique qui coïncide avec une résistance moindre de ses téguments.

» Si l'on connaissait exactement l'intervalle nécessaire au *Phylloxera* pour passer de l'état d'hibernation ou d'engourdissement à l'état adulte, on saurait pendant combien de temps on peut opérer contre lui et quelle latitude est laissée aux agriculteurs à cet égard.

» L'époque du réveil du *Phylloxera* est probablement liée à la température; elle doit commencer par les parties supérieures du sol et s'étendre ensuite aux profondeurs; suivant que la chaleur gagne plus ou moins vite, ce réveil doit avoir lieu plus ou moins rapidement. Au Mas de las Sorres, les insectes jaunes étaient en très-faible quantité, parce que les racines sont profondément enfouies dans le sol. A Villeneuve-les-Maguelonne, au contraire, dans une propriété appartenant à M. de Paul, ils étaient assez nombreux; nous avons même trouvé deux œufs; mais les racines y sont voisines de la surface du sol, les ceps y sont déchaussés, l'influence du soleil printanier a pu, dès à présent, se faire sentir à cette faible profondeur.

» On devrait donc, suivant les cas, commencer plus ou moins tôt et prolonger le traitement pendant un temps plus ou moins long, quel que soit celui qu'on adopte. Il faudrait que le puceron, forcé par le réchauffement du sol de quitter son enveloppe hibernale, trouvât autour de lui des conditions contraires à son existence. Quels que soient les moyens d'action qu'on voudra mettre en usage contre le parasite, ils seront vraisemblablement appliqués avec plus de succès au printemps qu'à toute autre époque.

» Je me permets d'insister sur cette conclusion de mes études, sans me prononcer, pour le moment, sur le moyen d'action à préférer.

II.

« 19 *avril*. — J'ai signalé l'existence d'un parasite végétal qui fait périr les pucerons de la vesce cultivée. Ce puceron, découvert par M. Planchon, apparaît parfois avec une abondance énorme, mais il peut être subitement enrayé dans son développement par le parasite et ne se montre pas l'année suivante; il demeure même quelquefois alors plusieurs années de suite sans causer de dommages.

» Il y a quelques jours, à quelques minutes de Montpellier, j'observai sur un sureau bordant la route un nombre énorme de pucerons fixés sur les branches. J'y pus reconnaitre des jeunes, des nymphes, des ailés, des individus asexués donnant naissance à des jeunes vivants et agiles. Quelques pucerons étaient morts, et je pus me convaincre qu'ils étaient morts sous l'action d'un parasite végétal : un champignon, un *Empusa*, Cohn (*Entomophthora Fresenius*), très-voisin de celui qui fait périr les mouches à l'automne; c'est peut-être le même. Tout le monde a vu, sur les vitres, des mouches mortes environnées d'une auréole blanche de spores.

» Selon toute apparence, le parasite que je signale est nouveau. M. Planchon me montra les échantillons du puceron de la vesce, attaqués par ce qu'il appelait une *Muscardine*, et malgré des différences notables d'aspect, faciles à expliquer d'ailleurs, il parait probable que c'est le même cryptogame qui attaque les deux espèces de pucerons. Si c'était encore le même qui se rencontre sur les mouches, on aurait quelques chances de l'acclimater sur le *Phylloxera*.

» L'*Empusa* ne se développe bien et ne lance ses spores que dans l'air humide. C'est même par la connaissance de ce fait observé souvent dans une étude antérieure que j'ai pu étudier le parasite dans un état de développement convenable. Dans le sol il trouverait cette humidité de l'atmosphère qui lui est nécessaire. On pourrait donc entreprendre des essais dans ce sens, et l'insecte venu d'Amérique trouverait peut-être ainsi sur notre sol un ennemi capable de le détruire.

III.

» J'ai pu, en compagnie de M. Planchon, constater les bons effets de l'arrachage pour prévenir l'augmentation en étendue d'un centre d'attaque. Au domaine de Mesoul, près de Mauguio, à quelques kilomètres de Montpellier, on a arraché tout un carré de vignes contenant 300 ceps environ. On a brûlé ces pieds et l'on a fait une large tranchée qu'on a remplie de varechs auxquels on a mis le feu. Nous n'avons trouvé qu'un seul pied attaqué sur une douzaine que nous avons examinés sur la périphérie.

» Il est donc utile d'employer ce traitement, coûteux sans doute, mais d'un bon effet, surtout au début.

IV.

» J'ai rencontré aux environs de Montpellier un puceron jaune ou verdâtre qui vit sur les graminées et qui m'avait été indiqué par

M. Planchon. Cet insecte a des cornicules rudimentaires; il est allongé comme le *Phylloxera*. Il semble bien que ce soit l'insecte que M. de Lespine a trouvé sur le blé et qu'il pensait être le *Phylloxera* lui-même.

» La couleur verte, l'existence de poils nombreux, visibles à la loupe et surtout au microscope, sur chaque segment, et la forme de l'insecte ailé, qui possède des ailes en toit, empêchent toute confusion. »

M. Barral adresse l'indication d'une poudre destinée à la destruction du *Phylloxera*.

Cette poudre se compose de : 1 partie de sulfure natif de mercure, 5 parties de sulfure ou sulfite de chaux, 8 de chaux et 8 de fleur de soufre : on peut la répandre à l'aide des soufflets qui sont usités pour le soufrage des vignes. Elle peut être appliquée à combattre les diverses maladies des végétaux en général.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

M. E. Nourrigat adresse deux fragments de ceps de vignes, pris sur un sujet tué par l'*antrachnose*. La vigne à laquelle ce sujet appartenait compte déjà 400 souches mortes, sur 1250 : ces 400 souches n'avaient donné, l'année dernière, que quelques sarments sortant du pied, avec lesquels on avait d'abord espéré reconstituer les plantes.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

M. C. Decharme adresse un Mémoire sur le mouvement descendant des liquides, comparé à leur mouvement ascendant spontané dans les tubes capillaires.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Küntzli adresse une Note concernant l'emploi de l'acide phénique, dans le traitement du croup et de l'angine couenneuse.

(Renvoi à la section de Médecine et de Chirurgie.)

M. A. Brachet adresse une nouvelle Note sur des substances destinées aux objectifs de microscope.

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet l'ampliation du décret par lequel le Président de la République autorise l'Académie à accepter le legs de 40000 francs qui lui a été fait par feu le maréchal *Vaillant*.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. Mulsant, nommé Correspondant pour la section d'Anatomie et Zoologie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les « Leçons de Clinique médicale de M. *Jaccoud* ». (Renvoi au Concours des prix de Médecine et de Chirurgie.)

2° Les « Recherches anatomiques sur les courbures normales du rachis, par M. *Bouland* ». (Renvoi au même Concours.)

3° Une Carte-Notice du canal d'irrigation du Rhône, par M. *A. Dumont*. (Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

4° Les sept premiers volumes des « Mémoires de la Société nationale et centrale de Médecine vétérinaire ».

ASTRONOMIE. — *Sur les franges d'interférence observées avec de grands instruments dirigés sur Sirius et sur plusieurs autres étoiles; conséquences qui peuvent en résulter, relativement au diamètre angulaire de ces astres.* Extrait d'une Lettre de M. Stephan à M. Fizeau.

« ... Dans le cours d'un Rapport sur le prix Bordin, inséré au tome LXVI des *Comptes rendus*, vous vous exprimiez ainsi :

« Il existe, pour la plupart des phénomènes d'interférence, tels que les franges d'Young, celles des miroirs de Fresnel, et celles qui donnent lieu à la scintillation d'après Arago, une relation remarquable et nécessaire entre la dimension des franges et celles de la source lumineuse; en sorte que les franges, d'une ténuité extrême, ne peuvent prendre naissance que lorsque la source lumineuse n'a plus que des dimensions angulaires presque insensibles; d'où, pour le dire en passant, il est peut-être permis d'espérer qu'en s'appuyant sur ce principe et en formant, par exemple, au moyen de deux larges fentes très-écartées, des franges d'interférence au foyer des grands instruments destinés à observer les étoiles, il deviendra possible d'obtenir quelques données nouvelles sur les diamètres angulaires de ces astres. »

» Vous indiquiez par là une voie toute nouvelle, où personne, à ma connaissance, ne s'est engagé jusqu'ici, et qui cependant peut mener à des résultats qui se dérobent absolument aux procédés ordinaires de l'Astronomie.

» En ce qui concerne le diamètre des étoiles, on sait que l'image focale d'un tel astre se compose d'une tache lumineuse centrale, entourée d'anneaux de diffraction. Le diamètre apparent de cette tache, vu du centre optique de l'ojectif, diminue quand on augmente l'ouverture de celui-ci; mais il n'est jamais nul, et, si l'étoile possédait un très-petit diamètre propre, la largeur de la tache lumineuse centrale serait augmentée, par tout son pourtour, d'une quantité qu'on ne peut mettre à part par l'examen pur et simple. Il n'en sera plus de même si l'on parvient à faire naître, dans l'intérieur de l'image, des contrastes de lumière et d'obscurité dépendant du diamètre de la source. Or la mise en jeu des phénomènes d'interférence fournit justement un moyen de produire ce résultat.

» Couvrons l'objectif d'une lunette par un écran percé de deux fentes parallèles A et B, symétriquement placées par rapport au centre optique de l'objectif, et que je suppose, pour un instant, réduites à deux lignes infiniment minces. On sait que, si l'on fait tomber sur l'écran des rayons parallèles issus d'une même source, on obtient au foyer des franges d'Young, et que l'angle sous lequel la distance des deux premières franges noires est vue du centre optique de l'objectif est exprimé, en secondes d'arc, par la formule très-simple

$$x = \frac{103,1}{l},$$

l représentant la distance des fentes A et B, évaluée en millimètres; c'est-à-dire, et c'est là le point capital, que l'angle x est inversement proportionnel à la distance des deux fentes, quelle que soit la lunette employée.

» Si l'on vise une étoile dont le diamètre est nul, les franges auront toujours lieu, et, pour les faire apparaître, il suffira d'employer un grossissement assez fort; mais, si l'étoile a un diamètre sensible, c'est-à-dire si elle envoie à l'écran des faisceaux de rayons dans des directions un peu différentes, à chaque direction correspond un système de franges; ces divers systèmes empiètent les uns sur les autres, et, pour que les franges disparaissent tout à fait, il suffit que le diamètre de l'étoile soit égal à l'angle x.

» Le phénomène se produit encore quand, au lieu de deux fentes très-étroites, on pratique dans l'écran des ouvertures d'une assez grande largeur.

» On se trouve donc en possession d'un procédé de mesure dont la sensibilité croît avec l'écart des fentes, c'est-à-dire avec l'ouverture de la lunette; mais, le phénomène étant négatif, une expérience ne deviendra probante que si, la disposition expérimentale restant la même, certaines étoiles donnent lieu à des franges, tandis que d'autres, placées dans des conditions tout à fait analogues, n'en donnent pas.

» Le télescope de Marseille, à cause de sa grande ouverture, se prêtait mieux que tout autre instrument en France à ce genre d'études : je les ai entreprises tout dernièrement, et, bien que mon travail soit à peine ébauché, je m'empresse de vous en faire connaître les premiers résultats.

» Il est évident que l'on doit d'abord s'adresser aux belles étoiles.

» Dans une première soirée, j'ai commencé l'exploration de celles-ci, à l'aide d'une lunette ordinaire munie d'un écran percé de deux fentes étroites, parallèles et distantes de 15 centimètres. Toutes les étoiles examinées, même Sirius, m'ont donné des franges fort intenses; toutefois, celles de Sirius étaient moins nettes que les autres.

» Le lendemain, j'ai repris le même examen avec le télescope portant un écran percé de deux lunules, placées aux extrémités d'un même diamètre, et dont les bords intérieurs étaient distants environ de 50 centimètres. Cette fois, Sirius ne m'a plus donné de franges, quel que fût le grossissement employé, tandis que toutes les autres étoiles m'en ont fourni de plus ou moins belles. Sirius était bas; mais des étoiles d'Orion, d'une hauteur peu supérieure à celle de Sirius, présentaient des raies très-nettes. Il est à noter d'ailleurs que, dans ces circonstances, le phénomène des franges ne devient visible que si l'on emploie un grossissement très-considérable; je suis allé jusqu'à mille fois environ.

» Depuis lors, le mauvais état du ciel ne m'a pas permis de renouveler l'expérience. Je suis donc bien loin de présenter ce résultat comme définitif; mais, à la façon dont les franges persistent, quelle que soit l'ondulation des images, j'incline très-fortement à penser que la disparition des franges de Sirius ne tient pas uniquement à une influence atmosphérique. J'ai le ferme espoir que des expériences ultérieures montreront, avec évidence, que le diamètre de cette étoile n'est pas insensible, et permettront d'en obtenir une évaluation approximative. »

PHYSIQUE. — *Sur la comparaison des machines électriques.* Note de M. MASCART.

« Les appareils producteurs d'électricité statique peuvent être comparés entre eux comme les piles ordinaires. De même que la force électromotrice et la résistance intérieure d'un élément déterminent son rôle physique, de même une machine électrique quelconque est définie par deux constantes : 1° la différence de potentiel qu'elle est capable d'établir entre deux conducteurs; 2° la quantité d'électricité qu'elle peut débiter en un temps donné.

» Le jeu d'une telle machine a pour effet de charger d'électricités contraires deux conducteurs différents : ce sont les coussins et les peignes d'une machine à frottement, la chaudière et le peigne d'une machine hydro-électrique d'Armstrong, les deux pôles de la machine de Holtz, etc. Le plus souvent, ces deux conducteurs sont isolés, ce qui permet de recueillir l'électricité positive ou l'électricité négative; mais, dans certains appareils, comme la machine ordinaire de Ramsden, l'un des conducteurs seulement est isolé, l'autre communique avec le sol. Il est important de remarquer que cette disposition n'altère ni la différence de potentiel, ni surtout le débit d'électricité.

» Le fait est facile à vérifier en ce qui concerne le débit. Avec une bouteille de Lane on obtient, en un temps donné, le même nombre de décharges, quand on met les deux armatures de cette bouteille en communication avec les deux conducteurs isolés d'une machine quelconque, ou bien quand on fait communiquer avec le sol l'un des conducteurs et l'armature correspondante. D'autre part, pour que la différence du potentiel des deux conducteurs reste constante, quand l'un d'eux est en communication avec le sol, il faut que le potentiel absolu de l'autre conducteur soit doublé, celui du premier étant devenu égal à zéro. La charge électrique du conducteur isolé s'est alors considérablement accrue; les pertes par l'air et par les supports s'exagèrent, de sorte que dans les machines dites à grande tension, il est difficile de vérifier complétement la propriété énoncée. Toutefois, on constate aisément que le potentiel du conducteur resté isolé s'élève brusquement quand on met l'autre en communication avec le sol. Cette modification ne modifie pas la distance explosive d'une machine de Nairne, et même si l'on relie avec le sol le pôle négatif d'une machine de Holtz, ou d'une bobine d'induction capable de donner des étincelles de 4 à 5 centimètres, la distance explosive n'est pas non plus sensiblement diminuée. Une autre

conséquence de cette manière de voir est que l'on peut accoupler deux machines comme on dispose les éléments de pile en tension ; la différence de potentiel des deux conducteurs extrêmes est alors doublée, abstraction faite des pertes, et l'on obtient en effet des étincelles beaucoup plus longues.

» Le caractère des machines électriques étant bien établi, j'ai cherché à déterminer les valeurs relatives des deux constantes dans les modèles les plus répandus. La mesure de grands potentiels présente des difficultés nombreuses : j'ai employé pour cela soit l'électroscope à décharges de M. Gaugain, instrument qui rend les plus grands services dans l'étude de l'électricité, soit un pendule électrique à sinus, soit une batterie de petites bouteilles de Leyde reliées en cascades et disposées de manière à donner des étincelles entre toutes les armatures successives. Il paraît résulter de ces expériences que, dans les machines à frottement, la différence de potentiel dépend surtout de la distance des coussins aux peignes ; on conçoit, en effet, que la limite de charge est atteinte lorsque des étincelles peuvent éclater entre le collecteur et les coussins. Ainsi, dans deux machines de Ramsden, entièrement semblables et provenant du même constructeur, le rapport des dimensions linéaires était 1,67, et l'on a trouvé 1,64 pour le rapport des potentiels. Pour obtenir le maximum de débit, il faudrait établir une communication continue entre les deux conducteurs, mais l'expérience indique qu'une interruption de quelques millimètres ne change pas sensiblement le flux d'électricité, de sorte que l'on peut employer une bouteille de Lane. On a reconnu depuis longtemps que, dans les machines à rotation, le débit d'électricité est proportionnel à la vitesse ; il suffit donc d'en indiquer la valeur pour chaque tour du plateau ; c'est ce qui a été fait dans le tableau suivant. Toutes les machines à frottement ont été mises en état de la même manière, les coussins graissés, puis recouverts d'amalgame et d'or massif, comme l'indique Masson ; les machines de Holtz étaient chauffées, et toutes les expériences ont été faites dans des conditions assez favorables pour que chaque instrument parût produire son maximum d'effet.

		Diamètre du plateau.	Débit par tour.	Débit par seconde.
		m		
I.	Machine Ramsden ordinaire............	0,97	1,00	1,00
II.	» plus grande..........	1,62	1,70	1,70
III.	» à coussins isolés......	0,98	1,00	1,00
IV.	Machine van Marum..................	0,84	1,40	1,40
V.	Machine Nairne à cylindre.............	0,32	0,18	0,27

	Diamètre du plateau.	Débit par tour.	Débit par seconde.
	m		
VI. Machine Holtz ordinaire..............	0,55	0,45	4,50
VII. » à deux plateaux mobiles...	0,55	0,86	8,60
VIII. » à deux plateaux de rotations inverses..............	0,30	0,23	2,30
IX. Machine Carré à plateau de caoutchouc...	0,50	0,15	1,50
X. Machine Armstrong..................	»	»	2,40
XI. Grande bobine d'induction.............	»	»	13,00

» On voit que pour les trois premières machines le débit est sensiblement proportionnel au diamètre du plateau; cependant la troisième machine différait des deux premières non-seulement par l'isolement des coussins, mais par la suppression des mâchoires, qui étaient remplacées par de petits cylindres situés d'un côté seulement du disque. La machine de Van Marum s'est montrée plus riche : la nature du verre, qui était très-épais, et le soin de la construction peuvent suffire à expliquer cette différence. Comme la machine de Nairne n'a qu'un coussin, il faudrait en doubler le débit pour avoir un résultat comparable avec les précédents, et l'on retrouverait ainsi la proportionnalité au diamètre. La machine de Holtz double, donne un débit double d'électricité, et les machines VI et VIII, quoique si différentes de construction, donnent encore des quantités d'électricité dans le rapport des diamètres.

» Toutefois, ce tableau n'indique pas la valeur relative des machines, parce qu'elles ne comportent pas la même vitesse de rotation. On peut admettre que la marche normale des machines à frottement et à plateau est d'un tour par seconde (quoique cette vitesse soit excessive pour un plateau de $1^m,62$), que la machine de Nairne fera 1,5 tour avec la même facilité, et les machines à réaction dix tours de plateau, ce qui correspond à deux tours de manivelle environ. Le débit pratique des machines, établi sur ces bases, est porté dans la dernière colonne; on peut alors leur comparer des machines à marche fixe, comme celle d'Armstrong. Celle qui m'a servi provient de M. Ruhmkorff; elle porte trois becs et a une chaudière de $0^m,80$ de longueur. Quand cet appareil fonctionne à la pression maximum, qui est d'environ 5 atmosphères, il fournit des étincelles de 13 à 15 centimètres et un débit d'électricité égal à 2,4 fois celui de la machine Ramsden, qui nous a servi d'unité. Enfin les bobines d'induction peuvent être soumises à la même comparaison, mais avec quelques remarques préalables. Pour utiliser l'électricité statique que fournit une bobine, il faut établir une interruption entre les extrémités du fil induit, et la distance

explosive doit augmenter avec le potentiel que l'on veut établir sur un conducteur, une batterie par exemple; sans cette précaution, la batterie se décharge par l'excitateur, et l'on s'en aperçoit à ce caractère que l'étincelle s'entoure alors d'une auréole abondante. Or, en augmentant la distance explosive on diminue beaucoup le débit. J'ai opéré avec une bobine de grandes dimensions, alimentée par 8 éléments Bunsen à larges surfaces; on obtenait ainsi des étincelles de 38 centimètres de longueur. Dans ces conditions, la distance explosive, variant de 6 à 30 centimètres, le débit était à peu près en raison inverse de cette distance. Pour obtenir un potentiel de même ordre que celui que donne une machine de Holtz, j'ai pris 20 centimètres comme distance explosive, et j'ai constaté alors qu'une étincelle de la bobine donnait environ la même quantité d'électricité qu'un tour de manivelle de la machine. Si l'on produit six interruptions par seconde, ce qui est la marche habituelle pour d'aussi fortes décharges, on voit que la grande bobine équivaudra à trois machines de Holtz. Les puissants effets d'une grande bobine d'induction ne faisaient pas prévoir que le débit de cet appareil pût être inférieur à celui de deux machines de Holtz doubles, telles que les construit aujourd'hui M. Ruhmkorff.

» Je n'ai pas donné les valeurs des potentiels, parce qu'il me reste des incertitudes sur les nombres obtenus; je n'ai fait qu'indiquer aussi les procédés de mesure, et j'ai négligé plusieurs observations de détail pour ne pas trop étendre cette Note. Le débit d'électricité est ce qui importe le plus à connaître, et les résultats que je viens de rapporter, bien que nécessairement approximatifs à cause de la nature même des phénomènes, auront, je l'espère, une utilité pratique pour les physiciens. »

PHYSIQUE. — *Remarques sur la résistance des galvanometres, à propos d'une Note précédente de* M. du Moncel ; par M. J. Raynaud.

« Les *Comptes rendus* de la séance du 18 février renferment une Note de M. du Moncel, relative aux conditions de résistance qu'il convient de donner aux galvanomètres pour obtenir le maximum d'effet ; l'auteur conteste l'exactitude du petit calcul qu'on trouve dans tous les traités d'électricité et qui est destiné à prouver que, si l'on néglige l'épaisseur de la soie, la résistance de la bobine doit être égale à celle du circuit extérieur.

» Ce calcul, reproduit d'ailleurs en tête de la Note, suppose que l'épaisseur de la bobine est déterminée, et, par suite, que le volume du cadre est

constant; l'inconnue de la question est alors le *diamètre* du fil à employer, ou, ce qui revient au même, la résistance de la bobine. Le problème n'a d'intérêt qu'à cette condition, car on admet que les tours ont tous la même action, ce qui n'est plus vrai au delà d'une certaine limite. M. du Moncel, au contraire, admettant que les tours ont indéfiniment la même action, quelle que soit l'épaisseur de la bobine, se propose de déterminer l'épaisseur à donner à cette bobine pour obtenir le maximum d'effet avec un fil de *diamètre donné*. C'est un problème complétement différent de celui dont il critique à tort, selon moi, la solution.

» Quant aux expériences citées à l'appui, elles ne me paraissent contredire en rien les faits admis, si les bobines de résistances différentes que l'on compare sont formées du même fil, et si, par suite, leur épaisseur n'est pas la même. »

PHYSIQUE. — *Sur l'effluve condensée de l'étincelle d'induction.* Note de M. TH. DU MONCEL.

« L'attention des chimistes étant attirée, depuis les curieuses expériences de MM. Thenard, sur les effets produits par l'effluve condensée de l'étincelle d'induction, il m'a semblé à propos de donner quelques renseignements sur ce phénomène physique, que j'ai découvert en 1853 et qui a été depuis, à différentes époques, l'occasion de recherches intéressantes de la part de plusieurs savants. Je crois d'autant plus opportun de donner ces renseignements, que certaines personnes semblent confondre les effets produits par cette effluve avec ceux qui résultent de l'étincelle elle-même.

» Le phénomène électrique, auquel j'avais donné le nom d'*effluve condensée* de l'étincelle d'induction, est une sorte de décharge lumineuse, qui se produit entre deux lames de verre, lorsque ces lames constituent dans leur ensemble la partie isolante d'un condensateur, et que les armatures de ce condensateur sont mises en rapport avec les pôles de l'appareil d'induction de Ruhmkorff. Ainsi, séparez l'une de l'autre deux feuilles de verre à vitre par un intervalle de 2 à 3 millimètres, appliquez extérieurement sur ces lames deux feuilles d'étain ou deux couches liquides, qui seront en communication avec les extrémités du circuit induit de la bobine de Ruhmkorff, et vous obtiendrez entre les deux surfaces isolantes l'effluve électrique, qui apparaîtra dans l'obscurité comme une pluie lumineuse, d'une couleur bleuâtre, et qui dégagera en même temps de l'ozone, ainsi que je l'avais constaté dès mes premières expériences.

» Pour que le phénomène soit bien net, il faut que la couche d'air qui

sépare les deux lames de verre *soit bien sèche*, sans quoi la décharge, au lieu de fournir une effluve homogène, se concentre en un petit nombre d'étincelles, de couleur violette, qui n'ont plus les qualités de l'effluve proprement dite : j'en indiquerai la raison.

» L'une des propriétés les plus importantes de l'effluve est de fournir une décharge répartie en une infinité de points, sur une large surface, et de ne pas produire d'échauffement ni d'actions mécaniques brusques et désagrégeantes. Grâce à cette propriété, on peut électriser un corps gazeux dans toute sa masse, sans avoir à redouter les réactions complexes que peuvent entraîner les effets calorifiques et mécaniques de l'étincelle, et, comme la décharge est effectuée entre deux surfaces inattaquables, on peut la faire réagir électrochimiquement, sans qu'il se produise ni oxydations, ni volatilisations, ni absorptions accidentelles, capables de dénaturer les produits obtenus. On peut même, en employant pour armatures des couches liquides, comme l'a fait M. Thenard, suivre à la vue les effets produits successivement.

» A l'époque où je fis connaître aux physiciens cette propriété curieuse de l'étincelle d'induction, de traverser le verre sans le briser et sans l'illuminer à son intérieur, comme on peut s'en assurer en le regardant par la tranche, on pouvait être étonné de ce genre de manifestation électrique, mais aujourd'hui que les recherches nombreuses faites en Angleterre sur la condensation électrique développée au sein des câbles sous-marins ont éclairé complétement la question de la transmission électrique à travers les corps isolants, ce phénomène n'a plus rien qui puisse surprendre. Il est la conséquence de ce que, *sous l'influence de la condensation, les molécules du corps isolant interposé se trouvent polarisées à la manière des molécules liquides dans une électrolyse ;* de telle sorte qu'elles contribuent toutes, individuellement et séparément, à conduire la décharge, d'une surface à l'autre des lames de verre. C'est ce phénomène auquel les Anglais ont donné le nom d'*électrification* et qui se complique d'une absorption momentanée d'une partie de la charge, absorption qui varie avec la capacité électrostatique de l'isolant. Je ne suivrai pas toutefois la théorie de ces effets, qui est fort curieuse et que j'ai longuement rapportée dans mon *Exposé des applications de l'électricité* (3e édition, t. I), car elle est en dehors du sujet que je traite en ce moment ; je dirai seulement qu'il résulte de ce mode de transmission électrique et de la nature isolante des surfaces ainsi électrisées que, les charges électriques ne pouvant se déplacer latéralement d'un point à un autre pour prendre au moment de la décharge le chemin de la moindre

résistance, comme cela a lieu sur des surfaces métalliques, il arrive que la décharge ne peut se concentrer en deux ou trois traits de feu et est forcée de rester divisée, mais il faut pour cela que la couche d'air interposée entre les surfaces isolantes ne soit pas humide, car alors, ces surfaces devenant conductrices, l'expérience se trouverait placée dans les conditions d'une décharge entre deux surfaces métalliques.

» L'effluve condensée de l'étincelle d'induction peut, sous certaines conditions, présenter le curieux aspect de la lumière stratifiée, qui est si remarquable quand on fait passer l'étincelle d'induction dans le vide. Il suffit, pour cela, d'incliner l'une sur l'autre les deux lames de verre, de manière à leur faire former entre elles un angle aigu. Si l'une des armures est constituée par une couche d'eau retenue par un rebord de mastic, les stratifications se distinguent parfaitement au travers du verre, et l'on peut reconnaître que, pour les faire disparaître, il suffit de placer parallèlement les deux lames. On retrouve encore ces stratifications quand l'espace occupé par l'effluve est large et vide d'air.

» L'intensité de l'effluve électrique dépend des dimensions relatives des armatures et de leur polarité; elle est maxima quand la plus petite des deux armatures est positive. On voit alors, autour de cette armature, une radiation lumineuse du plus bel effet, et, si cette armature est découpée de manière à représenter une silhouette, elle se détache comme une ombre chinoise au milieu d'un fond lumineux.

» Je n'insisterai pas sur les effets physiques qui accompagnent la production de l'effluve, je les ai longuement décrits dans les différentes éditions de ma Notice *Sur les appareils de Ruhmkorff*; je dirai seulement qu'au point de vue électrochimique il peut résulter de la différence de température de l'effluve et de l'étincelle que, dans certaines conditions, l'une peut agir en sens inverse de l'autre. Ainsi, d'après les expériences de M. Jean, il paraît démontré que l'ozone ne se produit facilement, avec l'air atmosphérique, qu'à une température basse, tandis qu'à une température élevée l'électrisation de l'air entraîne la combinaison de ses deux éléments constituants, fait que les expériences si remarquables de M. Edm. Becquerel ont mis hors de doute. Il en résulte que, suivant qu'on fera agir sur une couche d'air emprisonné l'effluve ou l'étincelle, on aura de l'ozone ou de l'acide hypo-azotique; et, dans certaines conditions, cette différence d'action pourra donner lieu à une combinaison ou à une décomposition, fait reconnu par M. Thenard. Dans le cas de l'étincelle traversant de l'air emprisonné, c'est-à-dire dans le cas de l'expérience de M. Becquerel, on ob-

tiendra, en effet, une combinaison; mais, en faisant réagir l'effluve sur de l'acide carbonique, comme l'a fait M. Jean, on dédoublera cet acide, en oxygène ozoné et en oxyde de carbone, et ce sera alors une décomposition que l'on obtiendra. D'autres fois, les effets pourront être inverses, surtout quand la présence de l'ozone est nécessaire pour déterminer une combinaison, comme dans l'expérience, si remarquable, de M. Thenard. Ces faits démontrent donc sûrement que le mode d'électrisation par l'effluve n'est pas le même que celui qui met à contribution l'étincelle électrique elle-même, comme semblent le croire certains savants.

» L'effluve électrique a été, comme je l'ai déjà dit, le point de départ de travaux importants, dont les principaux ont été entrepris par MM. Grove, Thenard, Houzeau, Jean et Boillot. Je ne les rappellerai pas ici, car ils sont généralement bien connus; je donnerai seulement quelques détails, parce qu'on semble les avoir oubliées, sur les curieuses expériences de M. Grove qui, en 1856, est parvenu, par l'intermédiaire de l'effluve, à reproduire instantanément, sur des lames de verre, des images analogues aux images de Moser. Pour obtenir ce résultat, il emprisonnait, entre les deux lames de verre où devait se produire l'effluve, une bande de papier sur laquelle était écrite une inscription, le mot *Volta* par exemple; sous l'influence de l'effluve, les parties de la surface du verre en contact avec les traits de l'écriture se trouvant impressionnées d'une manière différente des autres parties, il suffisait, après avoir dégagé la lame ainsi impressionnée, de souffler sur sa surface pour faire apparaître l'image de l'écriture; et, en l'exposant aux vapeurs d'acide fluorhydrique, on pouvait en obtenir la gravure sur le verre lui-même (1).

» Pour appliquer l'effluve aux effets électrochimiques, on a employé deux moyens : l'un consiste à mastiquer ensemble, par leurs bords, les deux lames de verre, en y ménageant deux tubulures, pour l'entrée et la sortie des gaz; l'autre à composer le condensateur avec trois tubes introduits l'un dans l'autre, et disposés de telle manière que deux d'entre eux

---

(1) Voici comment M. Grove, dans la *Bibliothèque de Genève*, explique les considérations qui l'ont conduit à ces curieuses expériences :

« M. du Moncel, dit-il, a montré que, quand deux plaques de verre, revêtues toutes deux à l'extérieur d'une armure métallique, sont placées séparément l'une au-dessus de l'autre et électrisées, on voit apparaître entre elles une effluve lumineuse assez brillante.

» D'après cette expérience, j'ai pensé que je pouvais rendre évident le changement moléculaire qui, selon moi, doit se manifester sur la surface opposée du verre dans de telles conditions, et les expériences suivantes, choisies parmi beaucoup d'autres, prouveront, je le pense, que cette explication est la vraie; etc. »

pussent former une armature liquide, annulaire, enveloppant, à une distance de 2 ou 3 millimètres, le troisième tube, qui constitue alors la seconde armature. Le premier système a été employé par M. Jean, dans ses recherches sur l'ozone et l'acide carbonique, et par M. Ruhmkorff, dans son appareil à faire de l'ozone; le second par MM. Thenard et Boillot. Il est évident que c'est ce dernier système, imaginé par M. A. Thenard, qui est le plus parfait et le plus pratique, d'autant plus qu'il met à contribution pour les armatures des liquides incolores, lesquels, outre la facilité qu'ils donnent de suivre la marche du phénomène, évitent les décharges disruptives qu'on rencontre toujours avec des armatures solides, à leur contact avec le verre, et qui empêchent la régularité de la production de l'effluve. Ce sont ces décharges que l'on distingue, sous la forme de lignes lumineuses, quand on regarde, dans le sens de la tranche, les lames de verre de cette espèce de condensateur. Dans l'appareil de M. Boillot, les armatures sont constituées par du charbon pulvérisé, mais je doute qu'elles vaillent les armatures liquides, par la raison que je viens de donner. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur le chlorure, le bromure et l'iodure de trichloracétyle*; par M. **H. Gal.**

« Les dérivés par substitution du chlorure d'acétyle ont été, depuis l'étude du chloral faite par M. Dumas, l'objet de nombreuses recherches. Ce composé fut envisagé comme de l'aldéhyde dans laquelle 3 équivalents d'hydrogène sont remplacés par un nombre égal d'équivalents de chlore. M. Malaguti découvrit plus tard, en 1844, l'aldéhyde perchlorée.

» En 1857, M. Wurtz, désireux de rechercher si le chloral se forme par l'action directe du chlore sur l'aldéhyde, observa dans cette réaction la production du chlorure d'acétyle et d'un composé $C^4H^2Cl^2O^2$, que ses propriétés firent considérer comme du chlorure d'acétyle monochloré, $C^4H^2ClO^2,Cl$. Ce corps distille à la température de 105 degrés; le chloral $C^4HCl^3O^2$ bouillant 94°,4 ne saurait donc être regardé comme un de ses dérivés.

» Depuis cette époque, le bromure et l'iodure ont été découverts; l'étude de leurs dérivés m'a paru présenter quelque intérêt, à cause des nombreux cas d'isomérie qui pouvaient se produire. J'ai déjà eu l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de mes recherches; malheureusement, pour obtenir la plupart de ces composés, il faut employer des substances d'une préparation longue et coûteuse. Mon travail a donc été in-

terrompu, mais la découverte faite par M. A. Clermont, d'un moyen facile de préparer l'acide trichloracétique, m'a permis de continuer cette étude. L'acide trichloracétique s'obtient, en effet, avec la plus grande facilité, en traitant le chloral hydraté par l'acide azotique fumant. J'ai même remarqué que l'action des rayons solaires, recommandée par M. A. Clermont, est inutile.

» *Action des chlorures de phosphore sur l'acide trichloracétique. — Chlorure de trichloracétyle.* — J'ai traité cet acide par le protochlorure de phosphore; en chauffant légèrement, la réaction s'établit; il se dégage de l'acide chlorhydrique, il se produit de l'acide phosphoreux, et, en rectifiant le liquide qui distille, on recueille un produit bouillant régulièrement à 118 degrés, qui est identique avec l'aldéhyde perchlorée, comme son analyse et ses propriétés l'ont montré.

» Traité par l'eau, il donne naissance à de l'acide trichloracétique, avec dégagement de gaz chlorhydrique; au contact de l'alcool, une réaction très-vive se manifeste : par le carbonate de soude, on sépare l'éther trichloracétique.

» Le perchlorure de phosphore réagit sur l'acide trichloracétique avec bien plus d'énergie que le protochlorure; il y a dégagement d'acide chlorhydrique; mais, dans ce cas, le chlorure d'acétyle trichloré est accompagné d'oxychlorure de phosphorure, comme le montre la formule suivante :

$$\left.\begin{matrix} C^4Cl^3O^2 \\ H \end{matrix}\right\} O^2 + PhCl^5 = PhCl^3O^2 + C^4Cl^3O^2,Cl.$$

Le voisinage des points d'ébullition de ces deux liquides ne permet pas de les séparer.

» *Action du bromure de phosphore sur l'acide trichloracétique. — Bromure de trichloracétyle.* — En remplaçant dans l'opération précédente le chlorure de phosphore par le bromure, on devait obtenir le bromure de trichloracétyle : c'est ce que l'expérience a confirmé. Introduit-on, en effet, dans une cornue de l'acide trichloracétique et du phosphore rouge, puis verse-t-on, par un tube effilé, du brome sur ce mélange légèrement chauffé, on observe un dégagement considérable de gaz bromhydrique, tandis qu'il se condense dans le récipient un liquide jaunâtre. Ce produit redistillé bout pour la plus grande partie à 143 degrés. Cette portion est constituée par le bromure de trichloracétyle. En effet :

2^{gr},121 de substance, brûlés par l'oxyde de cuivre, ont fourni 0^{gr},816 d'acide carbonique et 0^{gr},005 d'eau.

0^{gr},249 de matière ont donné 0^{gr},675 d'un mélange de chlorure et de bromure d'argent.

	Calculé.	Exigé.
C...........	10,4	10,6
H...........	0,2	0,0
Cl + Br......	82,3	82,4

» Le bromure de trichloracétyle est un liquide incolore, fumant à l'air. Abandonné dans un flacon non bouché, il ne tarde pas à se transformer en acide trichloracétique. Cette transformation a lieu bien plus rapidement au contact de l'eau :

$$C^4Cl^3O^2, Br + 2HO = \left.\begin{matrix} C^4Cl^3O^2 \\ H \end{matrix}\right\} O^2 + HBr.$$

» Lorsqu'on laisse tomber de l'alcool sur ce composé, il se forme des torrents de gaz bromhydrique, et l'on obtient, en traitant le liquide par une solution de carbonate de soude, une huile insoluble dans l'eau qui n'est autre que l'éther trichloracétique. La formule suivante rend compte de la formation de ce corps :

$$C^4Cl^3O^2, Br + \left.\begin{matrix} C^4H^5 \\ H \end{matrix}\right\} O^2 = HBr + \left.\begin{matrix} C^4Cl^3O^2 \\ C^4H^5 \end{matrix}\right\} O^2.$$

» *Action de l'iodure de phosphore sur l'acide trichloracétique.* — J'ai encore essayé d'obtenir le composé iodé correspondant, en faisant réagir simultanément l'iode et le phosphore sur l'acide trichloracétique. Dans ces conditions, une grande quantité d'iode passe à la distillation, sans être utilisée. J'ai alors préparé à l'avance le triiodure de phosphore et je l'ai projeté par petites portions dans l'acide trichloracétique en fusion. Outre de l'acide iodhydrique, il se dégage encore, dans ces circonstances, une grande quantité d'iode libre, accompagné d'une faible proportion d'un liquide brun. Celui-ci, redistillé sur le mercure, passe à peu près incolore et paraît bouillir vers 180 degrés. Il fume légèrement à l'air; l'action de l'eau n'est pas instantanée, mais au bout de peu de temps les deux liquides s'échauffent et entrent en ébullition en se mélangeant. L'alcool agit avec plus d'énergie : il se dégage immédiatement de l'acide iodhydrique et il se forme un corps éthéré, que l'on peut séparer facilement par le carbonate de soude. Cette substance a toutes les propriétés de l'éther trichloracétique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du sulfure de sodium sur la glycérine.* Note de M. F. SCHLAGDENHAUFFEN.

« Quand on fait réagir le sulfure de sodium sur la glycérine, à une douce température, on obtient un liquide moins dense que l'eau, d'une odeur à

la fois éthérée et alliacée. Nous avons chauffé dans une cornue au bain de sable, sur un fourneau à gaz, 200 grammes de monosulfure de sodium cristallisé, avec 100 grammes de glycérine. Il s'est dégagé d'abord de l'eau et des traces d'hydrogène sulfuré. Au bout de dix-huit à vingt heures, on vit se produire dans le col de la cornue des gouttelettes jaunâtres, qui se condensèrent dans le récipient sous la forme d'une huile légère qui, au commencement de l'opération, rappelait à la fois le chloroforme et l'éther acétique. La distillation continua tranquillement pendant huit heures, et le liquide prit une odeur alliacée. La matière de la cornue étant arrivée à siccité, la réaction était terminée.

» En répétant cette opération dans six cornues de 1 litre, nous avons obtenu environ 140 grammes de liquide. Après dessiccation du produit sur du chlorure de calcium, nous avons rectifié par distillation fractionnée. La première partie passe entièrement limpide entre 50 et 70 degrés, mais ce point d'ébullition s'élève constamment jusqu'à 200 degrés. Vers la fin, le liquide distillé jaunit et semble se transformer; il se produit un peu d'eau, et en même temps la matière restante de la cornue s'épaissit et prend une teinte foncée. Nous nous sommes occupé surtout des premières portions du liquide distillé. A la suite d'une deuxième et d'une troisième rectification, nous avons obtenu un corps présentant les caractères suivants : point d'ébullition à 58 degrés; densité = 0,825 à 15 degrés; odeur à la fois éthérée et alliacée, rappelant celle du mercaptan. Ce dernier caractère nous avait fait supposer que nous avions obtenu du sulfhydrate d'éthyle, mais les nombres obtenus par l'analyse sont loin de s'accorder avec ceux qui représentent la composition de ce dernier sulfure.

» *Solubilité complète dans l'éther et dans l'alcool.* — La solution alcoolique précipite les solutions alcooliques de chlorure d'or, en blanc gélatineux; de nitrate d'argent, en jaune clair; d'acétate de plomb, en jaune-orange; de chlorure mercurique, en blanc.

» L'acide nitrique l'attaque avec une extrême violence, mais sans donner d'huile brune qui se forme dans la réaction du même acide sur le mercaptan.

» L'oxyde de mercure s'y dissout. Lorsque le corps sulfuré est saturé d'oxyde, il se forme deux couches, dont l'inférieure se concrète en une masse cristalline. Débarrassés de la couche qui les surnage, ces cristaux se dissolvent rapidement dans l'éther et le sulfure de carbone. La solubilité dans l'alcool à 98 degrés est beaucoup moindre; mais, par refroidissement, on obtient des aiguilles soyeuses très-brillantes. Le point de fusion de

ce mercaptide est à 35 degrés, par conséquent au-dessous de 85 degrés, point de fusion de l'éthylsulfure de mercure.

» Nous n'avons jusqu'à présent pu terminer l'analyse de ces corps sulfurés. Le sulfocyanure de potassium se comporte d'une manière analogue en présence de la glycérine ou du sulfoglycérate de chaux.

» Le but de la présente Note est de prendre date pour l'étude de ces réactions intéressantes. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode pour doser l'oxygène dans l'eau oxygénée et dans d'autres liquides, au moyen d'une liqueur titrée.* Note de M. F. Hamel.

« Dans un vase muni d'un tube abducteur dirigé sous une éprouvette graduée, on met une quantité déterminée d'eau oxygénée, et l'on y verse goutte à goutte, au moyen d'une burette de Gay-Lussac, une solution de permanganate de potasse; à mesure que l'on verse le réactif, il se décolore et l'oxygène se rend sous l'éprouvette graduée; dès que l'eau commence à se colorer, le dégagement de gaz cesse et la réaction est terminée. On lit alors sur la burette la quantité de permanganate employé, et l'on mesure la quantité de gaz dégagé; on cherche, par le calcul, combien 1 centimètre cube de permanganate de potasse représentera d'oxygène dégagé. On a donc ainsi une liqueur titrée qui servira à doser directement l'oxygène, en se fondant sur la coloration qui se produit dès que le dégagement de gaz cesse. Cette méthode analytique peut servir à doser l'oxygène dans des liquides où les éléments autres que l'oxygène n'auront pas d'action nuisible sur le réactif. »

« M. P. Thenard, à l'occasion de la Communication qui précède, fait observer que, l'an dernier, en donnant la méthode de dosage de l'ozone par l'acide arsénieux et l'hypermanganate de potasse, il a fait connaître :

» 1° Que, si l'ozone oxyde l'acide arsénieux, l'eau oxygénée reste sans effet sur cet acide;

» 2° Que, si à de l'acide arsénieux on ajoute de l'eau oxygénée d'abord, puis de l'hypermanganate, l'acide ne s'oxyde que quand toute l'eau oxygénée a été décomposée;

» 3° Que, en opérant au-dessus de zéro thermométrique, il se dégage une quantité d'oxygène double de celle qui suroxyde l'eau, une moitié étant fournie par elle et l'autre par l'hypermanganate, qui, si la liqueur est acide, est ramené à l'état de sel de protoxyde.

» M. Thenard convient qu'il n'a pas directement conclu au dosage de l'eau oxygénée par l'hypermanganate de potasse : il voulait alors concentrer toute l'attention sur le dosage de l'ozone; d'ailleurs le dosage de l'eau oxygénée ressortait tellement du Mémoire, que non-seulement la méthode est devenue courante dans son laboratoire, mais dans beaucoup d'autres encore. »

CHIMIE ANIMALE. — *Propriétés et composition d'un tissu cellulaire répandu dans l'organisme des vertébrés.* Note de M. A. MÜNTZ, présentée par M. Boussingault.

« Quand on épuise par l'eau bouillante le derme des mammifères, on obtient une dissolution renfermant de la gélatine et un résidu insoluble conservant l'apparence primitive de la peau, mais dépourvu de ténacité et s'écrasant entre les doigts. D'après l'analyse histologique que M. Ranvier a bien voulu en faire, ce résidu est formé de tissu conjonctif mélangé d'une petite quantité de fibres élastiques et de bulbes pilifères. Il retient en outre la totalité des matières minérales insolubles qui appartiennent au derme.

» Dans un travail sur la composition et le tannage des peaux (1), j'ai signalé une propriété caractéristique de ce tissu qui consiste en sa dissolution facile dans la liqueur cupro-ammoniacale de Schweitzer, à la manière de la cellulose.

» La grande diffusion de ce tissu dans le règne animal, l'importance qu'il joue comme élément principal d'organes essentiels, enfin sa séparation très-nette au moyen de la réaction indiquée, m'engagèrent à en faire l'objet de quelques recherches, ses propriétés permettant de le considérer comme une espèce chimique distincte dans le groupe de ses congénères dont l'histoire est encore si obscure.

» Inattaquable par l'ammoniaque, ce tissu s'y dissout facilement en présence d'oxydes métalliques, tels que ceux de cuivre et de zinc. La liqueur, neutralisée par un acide, laisse déposer des flocons qui, lavés convenablement et séchés, présentent un aspect corné et retiennent des proportions variables d'oxyde métallique. La composition de la matière organique est cependant constante, quels que soient sa provenance et son mode d'extraction. Ainsi obtenue, cette substance est soluble dans l'ammoniaque; elle se dissout aussi dans les acides étendus, mais seulement en présence de sels de cuivre ou de zinc.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XX.

» L'acide sulfurique la transforme en glycocolle; la potasse ne paraît pas produire avec elle de la leucine ni de la tyrosine. La composition est celle des matières albuminoïdes : I. préparé avec le derme de lapin; II. préparé avec le derme de bœuf; III. le même redissous dans l'ammoniaque et reprécipité par l'acide acétique; ne contenant plus que des traces d'oxyde métallique.

	I.	II.	III.
Carbone.........	54,61	54,62	54,35
Hydrogène.......	6,94	6,72	6,85
Azote...........	14,48	14,31	»

» Cette substance a été rencontrée avec tous ses caractères dans la peau, les boyaux, la vessie des mammifères, dans la peau des oiseaux et reptiles; elle forme dans ces organes le réseau cellulaire renfermant la substance qui se dissout dans l'eau bouillante en se transformant en gélatine. Quelques autres principes de l'organisme animal présentent la même réaction; mais le reste de leurs propriétés les distingue de la matière que je décris. J'ai pu dissoudre, quoique avec beaucoup de difficulté, la substance cornée (épidermose), différente par sa composition, qui est identique à celle du groupe dont la gélatine est le type. On sait que la soie est également soluble dans une dissolution ammoniacale de cuivre.

» Cette propriété d'un tissu aussi répandu peut avoir quelque intérêt au point de vue de l'histologie, surtout si l'on tient compte du fait de sa dissolution dans une liqueur zinco-ammoniacale (1) qui, étant sans action sur la cellulose, en permettra la séparation. Au point de vue de l'analyse immédiate, ces recherches conduisent à isoler certains principes de l'organisme animal ou végétal en les soumettant successivement à l'action des réactifs suivants, dont l'énergie va en croissant : ammoniaque, liqueur zinco-ammoniacale, liqueur cupro-ammoniacale.

» On séparera de cette manière les matières albuminoïdes solubles dans l'ammoniaque seule de celles qui, comme le tissu conjonctif, s'y dissolvent en présence de l'oxyde de zinc; on séparera, en outre, de ces matières, au moyen de la liqueur cupro-ammoniacale, celles qui, comme la soie, insolubles dans les deux premiers réactifs, se dissolvent dans le dernier. Enfin d'autres substances du même groupe, comme la laine, resteront comme résidu inaltéré de tous ces traitements. »

(1) Préparée en traitant le zinc par l'ammoniaque au contact de l'air.

HISTOLOGIE. — *Des sinus lymphatiques du corps thyroïde.* Note de M. P. Boéchat, présentée par M. Cl. Bernard.

« Les vaisseaux lymphatiques du corps thyroïde ont été peu étudiés jusqu'à présent. D'après M. H. Frey (1), ils commenceraient au voisinage des vésicules glandulaires par des extrémités terminées en cul-de-sac. Après s'être unies les unes aux autres, ces racines lymphatiques, petites et peu nombreuses, formeraient autour des lobules des anses ou des anneaux. Les branches qui en partent iraient ensuite constituer un deuxième réseau autour des lobes secondaires de l'organe : ce dernier communiquerait avec un autre réseau qui est situé à la face profonde de l'enveloppe du corps thyroïde, et qui fournit des troncs noueux d'assez gros calibre, qui la recouvrent. Frey croit que ces vaisseaux lymphatiques, même les plus volumineux, ne possèdent pas de paroi propre et qu'ils sont simplement creusés dans le tissu conjonctif de l'organe.

» J'ai étudié les vaisseaux lymphatiques sur le corps thyroïde du chien adulte. J'ai employé, pour cette étude, la méthode des injections interstitielles, au moyen d'un mélange de deux parties de gélatine fondue et d'une partie d'une solution de nitrate d'argent à $\frac{1}{100}$. Après l'injection, le corps thyroïde a doublé et même triplé de volume. La gélatine, en se refroidissant, lui donne une consistance suffisante pour qu'on puisse pratiquer immédiatement des coupes que l'on conserve dans la glycérine pure ou dans la glycérine acidifiée. On expose ensuite ces coupes à la lumière, pendant un temps convenable, et la gélatine prend une couleur jaune de miel qui devient de plus en plus foncée. En examinant des préparations semblables, on voit que la gélatine distend des cavités plus ou moins volumineuses qui forment un réseau caverneux irrégulier. Sur une coupe transversale, on distingue des espaces arrondis ou irréguliers, remplis d'une masse jaune plus ou moins foncé. Quelques-uns de ces espaces atteignent un volume considérable : il y en a qui ont de $\frac{1}{2}$ à 1 millimètre de diamètre transversal. A côté des espaces qui offrent une forme circulaire ou ovalaire, on en trouve d'autres qui présentent l'aspect d'un cylindre terminé par deux extrémités arrondies. Quelle que soit la direction suivant laquelle la coupe a été faite, on retrouve de longues traînées vermiformes de gélatine colorée en jaune,

(1) H. Frey, *Die Lymphbahnen der Schilddrüse. Vierteljahrsch. der naturforsch. Gesellsch. in Zurich;* 1863, Bd. VIII, s. 320.

dont les ramifications s'unissent entre elles et sont contenues dans un vaste système de canaux ou de sinus.

» Sur un grand nombre de points, ces cavités, qui sont distendues par la gélatine, sont traversées en tous sens par des travées dont la forme, l'aspect et le volume offrent de très-grandes variétés. Les unes sont larges et épaisses, les autres se présentent sous la forme d'un ruban aplati ou d'un filament mince qui réunit les parois du canal : leur longueur est très-variable. Elles apparaissent comme des brides destinées à délimiter le point jusqu'où peut aller la distension de la cavité, car on remarque que, si cette distension est portée plus loin, la bride se rompt ou se détache à l'une de ses extrémités. Ces brides n'ont pas le même diamètre au centre et aux deux extrémités. Les bords des plus volumineuses d'entre elles limitent le plus souvent des cavités secondaires, remplies de gélatine, ce qui leur donne une forme toute spéciale qu'on ne saurait mieux comparer qu'à celle d'un sablier très-allongé, enchâssé dans la masse gélatineuse et adhérent par ses deux extrémités.

» Dans les interstices de ces sinus lymphatiques, on trouve les cavités alvéolaires qui sont refoulées et tassées les unes contre les autres, au point de ne plus former parfois que des travées volumineuses au milieu des cavités remplies de gélatine.

» Les parois des cavités que je viens de décrire sont revêtues, dans toute leur étendue, par l'endothélium caractéristique des vaisseaux lymphatiques, imprégné par le nitrate d'argent. Cet endothélium recouvre non-seulement les parois, mais aussi toutes les brides qui traversent ces cavités lymphatiques, quel que soit leur forme ou leur volume.

» Les cavités alvéolaires, qui me paraissent communiquer les unes avec les autres, présentent un épithélium polygonal à une seule couche, qui finit aussi par présenter l'imprégnation au nitrate d'argent.

» Les lymphatiques du corps thyroïde forment donc un vaste système de sinus, communiquant largement les uns avec les autres, dans les interstices duquel se trouvent placées les cavités alvéolaires. »

PALÉO-ETHNOLOGIE. — *Découverte d'un nouveau squelette humain de l'époque paléolithique dans les cavernes des Baoussé-Roussé (Italie), dites* Grottes de Menton; par M. É. Rivière.

« La sixième caverne des Baoussé-Roussé, dans laquelle je viens de découvrir un nouveau squelette humain, à la profondeur de $3^{m},75$ au-

dessous de son premier niveau, avait été déjà explorée par moi, mais seulement jusqu'à $1^{m},80$ de profondeur, pendant le cours de la mission scientifique qui m'avait été confiée, en 1871, par M. le Ministre de l'Instruction publique. Elle n'avait jamais été creusée ni fouillée avant mes recherches, lesquelles n'avaient produit jusqu'à 2 mètres que peu de résultats; mais, à partir de ce niveau, le foyer de la caverne est devenu beaucoup plus riche en débris d'animaux, en coquillages comestibles ou non, et en silex taillés.

» La faune, dont j'ai recueilli les nombreux débris, se compose des espèces animales suivantes :

A. — MAMMIFÈRES.

» 1° CARNASSIERS : *Ursus spelæus, Hyæna spelæa, Canis lupus, Canis vulpes.*

» 2° RONGEURS : *Arctomys primigenia, Lepus cuniculus, Mus.*

» 3° PACHYDERMES : *Equus caballus, Sus scrofa.*

» 4° RUMINANTS : *Bos primigenius, Cervus Canadensis, Cervus elaphus, Cervus corsicus, capreolus, Capra primigenia.*

B. — OISEAUX.

» Un Aigle de grande taille et quelques Passereaux.

C. — MOLLUSQUES.

» 1° MARINS : *Patella* (plusieurs espèces), *Pectunculus glycimeris, Mytilus edulis, Pecten jacobæus, Dentalium, Trochus.*

» 2° TERRESTRES : *Helix* et *Bulimus.*

» Enfin quelques Nummulites.

» *Armes et instruments.* — Les armes et les instruments sont en silex ou en os, ceux-ci très-rares.

» Les silex sont nombreux; ils sont plus ou moins bien taillés; quelques-uns sont seulement ébauchés, d'autres sont mieux finis, notamment certaines pointes, et retaillés soit sur un seul, soit sur les deux bords. Leurs diverses formes sont identiques à celles qui avaient été trouvées jusqu'ici dans les grottes de Menton, et répondent aux types racloir, grattoir, pointerolle, pointe de flèche et autres. Aucun instrument, aucune arme n'appartient à l'âge de la pierre polie.

» Les instruments en os sont généralement grossièrement fabriqués; ce sont des diaphyses osseuses fendues, dont l'une des extrémités rendue cylindrique a été taillée en pointe, l'autre extrémité restant fruste.

» Aucun fragment de poterie n'a jamais été trouvé dans cette caverne.

» Les ossements humains récemment découverts constituent un squelette moins complet et moins bien conservé que celui qui avait été trouvé l'an dernier. L'homme auquel ces débris appartiennent était complétement étendu

sur le dos, dans le sens longitudinal de la caverne, dont il regardait l'entrée, et dirigé d'arrière en avant, du N.-O. au S.-E. La tête devait avoir été appuyée contre le fond de la grotte, les fragments du crâne conservés n'en étant distants que de $0^{m},07$ à $0^{m},08$; le genou gauche était légèrement relevé.

» Aucun bloc de pierre, soit d'éboulement, soit placé intentionnellement, ne recouvrait ni n'entourait ce squelette, et le sol sur lequel il reposait n'était autre que la continuation du foyer supérieur, régulièrement stratifié et formé par un mélange de charbon, de cendres, de pierres anguleuses, calcinées, de petite dimension, d'ossements et de dents d'animaux, de coquilles et de silex. Il avait été inhumé avec ses armes et ses parures.

» Les ossements que j'ai pu conserver, complets ou incomplets, intacts ou brisés, et que j'ai enlevés avec une portion du sol auquel ils adhéraient, se composent des pièces suivantes :

» 1° *Crâne.* — Portion de l'occipital; portion du pariétal gauche et os wormien remplaçant l'angle supérieur aigu de l'occipital, qui est reçu dans l'angle rentrant formé par les bords postérieurs des pariétaux et correspondant à la fontanelle postérieure.

» 2° *Face.* — Partie du corps du maxillaire inférieur, avec les deux incisives moyennes et l'incisive latérale gauche; dents rasées comme celles du premier squelette.

» 3° *Extrémités supérieures.* — Portion supérieure du scapulum gauche; contre la fosse sus-épineuse et en travers de l'épine scapulaire était placée, lui adhérant encore, une lance en silex, intacte, longue de $0^{m},146$, large à la partie moyenne de $0^{m},037$, triangulaire, arrondie à la base et légèrement retaillée, présentant une face supérieure convexe, une face inférieure concave. — Portion de clavicule, longue de $0^{m},06$. A 2 centimètres environ au-dessous de cet os, j'ai trouvé trois coquilles perforées, une *cyprée* et deux *nassa neritea*, semblant avoir fait partie de quelque collier. — Humérus droit : de cet os, il ne reste que l'épiphyse inférieure, en contact parfait avec les deux os de l'avant-bras, et formant l'articulation du coude. Cette épiphyse volumineuse est entourée, surtout en dehors, d'un bracelet formé par trente-deux coquilles perforées (1), et par une dent canine de cerf, également percée. Au-dessus et en dehors de l'humérus droit, se trouvait un galet en silex, long de $0^{m},184$, large à la partie moyenne de $0^{m},078$, aplati sur ses deux faces, grossièrement et irrégulièrement taillé et à larges

(1) Trente *nassa*, une *cyprée* et un *buccin*.

éclats. Ce silex me paraît avoir pu servir de hache ou de massue. — Humérus gauche. Bien qu'incomplet, cet os mesure encore $0^m,246$; il lui manque les deux extrémités articulaires. Au niveau du pli du coude gauche se trouvait aussi un bracelet de coquilles perforées formé par 4 *cyprées*, 18 *nassa* et 2 petits *buccins*. — Les deux os de l'avant-bras droit sont très-développés, et relativement plus volumineux que l'humérus; le cubitus est à peu près entier et mesure $0^m,288$; le radius est brisé aux $\frac{2}{3}$ inférieurs; la partie conservée mesure $0^m,192$. — L'avant-bras gauche n'existe plus. Au niveau du poignet droit ou du carpe, représenté par deux os, le pyramidal et le trapèze, existait un bracelet de coquilles, formé par une *cyprée* et 15 *nassa* perforées. — La main droite est représentée par les deux os du carpe déjà cités, par les 2e, 3e et 4e métacarpiens, par les premières phalanges du pouce, du 2e et du 5e doigt, par les secondes phalanges des 2e, 3e et 5e doigts, par trois phalanges unguéales. — La main gauche n'est représentée que par deux phalanges.

» 4° *Thorax*. — Il reste seulement quelques fragments de côtes.

» 5° *Colonne vertébrale*. — De la colonne vertébrale, ont été conservées les trois dernières vertèbres lombaires, vertèbres très-volumineuses, et l'extrémité supérieure du sacrum, pièces extrêmement friables.

» 6° *Bassin*. — Le bassin ne laisse plus apercevoir, avec la partie du sacrum ci-dessus indiquée, qu'une faible portion du bord supérieur et de la fosse iliaque interne du côté droit.

» 7° *Extrémités inférieures*. — Fémur droit : la diaphyse de cet os est brisée aux deux extrémités et mesure encore $0^m,38$. — Fémur gauche beaucoup plus complet, a été brisé au-dessous du petit trochanter et mesure de ce point aux condyles $0^m,454$, ce qui devrait lui donner une longueur totale de $0^m,53$ à $0^m,54$. Son volume est proportionnel à sa longueur, et sa circonférence dans la partie la plus étroite mesure $0^m,11$. Le diamètre transverse au niveau des condyles donne $0^m,094$. La ligne âpre est très-proéminente, et les empreintes musculaires très-accentuées. La courbure de torsion n'est pas considérable, mais la courbure antéro-postérieure est très-prononcée. Au niveau de l'extrémité inférieure de chaque fémur, j'ai trouvé un bracelet ou jambelet, formé pour la jambe droite par 2 *cyprées*, 5 *buccins* et 15 *nassa*; pour la jambe gauche, par 3 *buccins*, 21 *nassa* et 1 *trochus*; toutes coquilles perforées. — Rotules : elles existent toutes deux et entières. — Tibia droit : de cet os, il n'existe que l'extrémité supérieure ou tête, laquelle est volumineuse; son diamètre transverse est de $0^m,093$, son diamètre antéro-postérieure $0^m,06$. — Pied :

e pied est très-long et très-fort; il devait avoir de $0^m,28$ à $0^m,29$ de longueur, c'est-à-dire $0^m,04$ environ de plus que le pied du squelette trouvé l'an dernier. Le pied gauche se compose du calcanéum, $0^m,097$, des 1re, 2e, 3e, et 5e métatarsiens, de la première phalange des 1er, 3e 4e et 5e doigts de la phalange unguéale du pouce. Le pied droit se compose de trois métatarsiens.

» L'homme auquel appartenaient ces divers ossements devait être d'une grande taille, d'une taille de près de 2 mètres; du reste, le squelette découvert l'an dernier mesurait déjà de $1^m,85$ à $1^m,90$. Les peuplades préhistoriques des cavernes de Menton appartenaient donc très-probablement à une race de grande taille.

» Certaines coutumes entrevues lors de la découverte du premier squelette se trouvent aujourd'hui confirmées; entre autres, l'inhumation de l'homme sur un foyer de cendres, le cadavre orné de ses parures et environné de ses armes, recouvert aussi d'une couche de fer oligiste qui, par l'hydratation, s'est transformé en peroxyde de fer et a donné à tous les ossements humains, sans aucune exception, ainsi qu'aux objets, parures et armes, qui étaient en contact immédiat avec lui, et à eux seulement, une teinte rouge très-prononcée. Avec l'homme, j'ai trouvé également les restes d'un repas, soit qu'ils provinssent des détritus de la vie de chaque jour, soit qu'ils fussent les résultats d'un repas funéraire. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des rayons de diverses couleurs sur le spectre de la chlorophylle.* Note de M. **J. Chautard.**

« Les modifications qui se produisent à la longue dans la chlorophylle peuvent se réaliser d'une façon bien plus rapide sous l'influence de la lumière. Il suffit, pour les faire naître, d'exposer au soleil pendant quelques minutes une solution alcoolique de chlorophylle. La teinture vert foncé ne se laisse traverser d'abord que par le rouge extrême et le vert; bientôt elle devient plus claire, vert olive, puis jaune, et livre passage à des couleurs intermédiaires sur lesquelles se détachent les bandes indiquées dans ma Communication précédente. Ces bandes elles-mêmes, à la suite d'une insolation prolongée, finissent par disparaître et attestent ainsi la destruction complète de la chlorophylle.

» Un fait remarquable, non signalé encore, et qui explique, je crois, la propriété que possède la matière verte de certaines plantes de persister longtemps dans l'arrière-saison, à la faveur de matières grasses et rési-

neuses, c'est que la solution de chlorophylle dans les huiles fixes (huiles de belladone, de jusquiame des pharmacies) offre un pouvoir de résistance tel que plusieurs jours d'exposition au soleil ne produisent sur elles qu'une altération insensible.

» L'altérabilité de la chlorophylle, sous l'action combinée du temps, de l'air et de la lumière, est encore bien différente selon l'état de division dans lequel elle se trouve. L'altération, quelquefois très-rapide, est quelquefois aussi lente à se produire. Ainsi je me suis assuré que, sur une dissolution alcoolique de terreau vieux de plusieurs années, la bande caractéristique de la chlorophylle apparaissait encore.

» J'ai cherché à préciser les conditions du problème en analysant l'action exercée par chacune des principales régions du spectre isolément. Je me suis servi de petits appareils composés chacun de deux flacons concentriques, fermés l'un et l'autre par un bouchon de liége dans lequel passe un même fil de fer, de telle sorte qu'en débouchant le premier flacon on puisse en retirer le second. Ce dernier contient la solution de chlorophylle qu'il s'agit de soumettre à l'action de la lumière. Dans chaque appareil, l'intervalle des deux vases renferme des liquides différents, donnant des rayons d'une couleur déterminée, tels que teinture rouge de fuchsine, sulfate de cuivre ammoniacal, solution jaune de safran ou de curcuma. Tous ces appareils ont été maintenus au soleil pendant le même temps, et à divers intervalles on en retirait le flacon intérieur de chlorophylle pour examiner la marche de l'altération du spectre.

» La plus grande énergie paraît résider dans les rayons les plus éclairants; ainsi, dans le jaune, les modifications spectrales se produisent tout aussi rapidement que dans la lumière blanche; elles sont un peu plus lentes dans le rouge, plus retardées encore dans le bleu. J'ai pu constater, en outre, que les rayons qui ont déjà traversé une couche de chlorophylle n'ont plus d'effet sur les couches suivantes tant que la première n'est pas décolorée. On réalise facilement l'expérience, soit à l'aide d'une cuve à plusieurs compartiments remplis de teinture de chlorophylle et qu'un même rayon de lumière traverse successivement; soit en employant, comme précédemment, un double flacon, et remplissant l'intervalle par une solution huileuse de chlorophylle, qui conserve sa coloration pendant un temps considérable, ce qui permet de prolonger l'expérience durant plusieurs heures.

» En terminant cette Note, je dirai deux mots relatifs à l'action de la chaleur sur le spectre de la chlorophylle. La chaleur modifie facilement

la chlorophylle, mais n'en opère pas aussi aisément la destruction, du moins à des températures inférieures à 100 degrés. Des feuilles séchées à l'étuve, ou cuites dans de l'eau bouillante, donnent, en les reprenant par l'alcool, une teinture dont le spectre rappelle celui de la chlorophylle altérée par le temps, l'air ou la lumière. Cette teinture évaporée à siccité au bain-marie et reprise par l'alcool donne une solution jouissant des mêmes propriétés optiques que la première.

» Si la température dépasse 100 degrés, la chlorophylle subit des modifications bien différentes selon son état de siccité ou suivant la nature de son dissolvant. On peut agir alors dans des tubes bouchés, chauffés graduellement à l'aide d'un bain d'acide stéarique fondu.

» De la chlorophylle desséchée se désorganise complétement dans le voisinage de 200 degrés, tandis que, humide ou en dissolution dans les huiles essentielles, elle ne subit, à cette même température, qu'une action lente, graduelle, rappelant celle que produit l'air, la lumière ou les acides.

» Les solutions dans les huiles fixes sont bien plus rebelles aux effets de la chaleur et peuvent, pendant plusieurs heures, résister à une température de 225 à 250 degrés, ainsi qu'il est facile d'en faire l'expérience à l'aide d'huile de belladone ou de jusquiame. »

ZOOLOGIE. — M. E. Robert adresse quelques nouvelles observations à l'appui de sa Communication précédente sur les mœurs des Lombrics.

« Pour rendre praticables les allées du cimetière de Meudon, dont les fosses sont creusées dans un sol argileux, on a été obligé de répandre une couche de gros gravier de rivière. Cette couche, de plusieurs centimètres d'épaisseur, n'a pas arrêté les Lombrics; partout elle est hérissée de monticules, d'autant plus élevés que l'annélide pouvait prendre indéfiniment des cailloux pour garantir l'entrée de sa demeure.

» Dans la forêt, là où des sentiers sous bois ont été encombrés d'une couche épaisse de feuilles tombées, cette couche, nivelée dans l'origine par la chute des eaux pluviales ou de la neige, offre le même aspect que celle des graviers; c'est-à-dire que les feuilles sonts oulevées et réunies en gros paquets, et, quand on veut les enlever, toute la partie inférieure, correspondant au trou du Lombric, ne présente plus qu'une masse inextricable de fibres végétales, dont l'ensemble est dirigé vers l'orifice de la galerie et s'y trouve engagé; c'est qu'alors l'abondance de bien a empêché l'annélide de les faire pénétrer isolément par le pétiole, comme c'est le cas lorsque les feuilles sont éparses et rares.

» Dans l'avenue du château de Meudon, les cuvettes établies entre les tilleuls, pour retenir les eaux, sont ordinairement remplies de feuilles, à la fin de l'automne; le 15 avril, je n'y ai plus trouvé la moindre trace de feuilles. Ces organes ont si bien convenu à la nourriture des Lombrics, que les parties fibreuses, d'abord délaissées, ont disparu à leur tour; et l'on voit maintenant, à la place de cette litière de feuilles, un véritable terreau noirâtre, vermiculé, formé par les déjections des Lombrics.

» *N. B.* — Après la grande inondation de l'Oise, qui a retenu si longtemps les terres cultivables sous les eaux, le Lombric paraît avoir entièrement disparu dans les plaines basses de Précy. »

M. J. Melliès adresse la description et le dessin d'un *udogène*, destiné à réaliser, dans les cours publics, l'expérience de la synthèse de l'eau.

M. Toselli informe l'Académie qu'il a actuellement en expérience un télégraphe *aérhydrique*, fonctionnant avec de l'eau saturée d'acide carbonique renfermée dans des tubes métalliques de petit diamètre.

M. C. Sédillot appelle l'attention de l'Académie sur une brochure de M. *Hergott*, intitulée « La Société de Médecine de Strasbourg, depuis 1842 jusqu'en 1872; sa participation au mouvement scientifique pendant les trente années de son existence. Discours prononcé à la réunion annuelle du 4 juillet 1872 ».

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 14 avril 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Premier Mémoire sur l'application des forces électrochimiques à la Physiologie végétale; par M. Becquerel. Paris, 1833; br. in-8°. (Extrait des *Archives de Botanique*.)

Rapport présenté au Conseil général du Loiret, à la séance du 24 août 1853,

sur l'amélioration de la Sologne; par M. BECQUEREL. Orléans, imp. Pagnerre, 1853; br. in-8°.

Rapport sur les études de la Sologne au Conseil général dans la session de 1849; *par* M. BECQUEREL. Orléans, imp. Pagnerrre, 1849; br. in-8°.

Recherches sur la statistique des céréales, et en particulier du froment, pendant la période de 1815 *à* 1852. — *Mémoire sur l'amélioration de la Sologne; par* M. BECQUEREL. Paris, Bouchard-Huzard; 3 br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de la Société centrale d'Agriculture.*)

Notice biographique sur Louis-Antoine Macarel; par M. BECQUEREL. Paris, Bouchard-Huzard; br. in-8°.

Paroles prononcées sur la tombe de M. Girodet-Trioson; par M. BECQUEREL. Paris, Le Normant, sans date; br. in-8°.

Des effets électriques qui se développent pendant diverses actions chimiques. — Exposé des phénomènes électriques qui précèdent et qui suivent les actions chimiques. — Des actions électromotrices de l'eau et des liquides en général sur les métaux, etc. — Sur les fils très-fins de platine et d'acier, etc. — Développements relatifs aux effets électriques observés dans les actions chimiques, etc. — D'un système de galvanomètres propres à rendre sensibles de très-faibles quantités d'électricité, etc. — Sur les effets électrodynamiques produits pendant la décomposition de l'eau oxygénée par divers corps, etc. — Des actions magnétiques ou actions analogues produites dans tous les corps par l'influence de courants électriques très-énergiques. — Recherches sur les effets électriques de contact produits dans les changements de température, etc. — Des effets électriques qui se développent pendant diverses actions chimiques. — Des actions électromotrices produites par le contact des métaux et des liquides, etc. — Du développement de l'électricité par le contact de deux portions d'un même métal, dans un état suffisamment inégal de température, etc.; par M. BECQUEREL. Paris, sans date; 12 br. in-8°.

Matériaux pour la Paléontologie suisse, publiés par M. F.-J. PICTET; VIe série, 4e, 5e et 6e liv., contenant : *Description des Échinides des terrains crétacés de la Suisse; par* P. DE LORIOL. Genève, Bâle, Lyon, H. Georg, 1873; in-4°.

Les ambulances de la Presse, annexes du Ministère de la Guerre pendant le siége et sous la Commune, 1870-1871. Paris, Marc, Baillière et fils, 1873; 1 vol. grand in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Faune des Vertébrés de la Suisse; par V. FATIO. Vol. I : *Histoire naturelle*

des Mammifères; vol. III : *Histoire naturelle des Reptiles et des Batraciens*. Genève et Bâle, H. Georg, 1869-1872; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Traité d'Histologie pathologique; par le Dr Ed. RINDFLEISCH, traduit sur la seconde édition allemande et annoté par le Dr Fr. GROSS. Paris, J.-B. Baillière, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Nouveau traité de Chimie industrielle; par R. WAGNER, édition française, publiée d'après la 8e édition allemande, par le Dr L. GAUTIER; t. II, fascicule 8 et dernier. Paris, F. Savy, 1873; in-8°.

Commission météorologique de Lyon. Résumé des observations météorologiques faites à l'Observatoire de Lyon; par M. LAFON. Sans lieu ni date; 1 vol. in-8°.

Manuel du microscope dans ses applications au diagnostic et à la clinique; par MM. M. DUVAL *et* L. LEREBOULLET. Paris, G. Masson; 1 vol. in-18, relié. (Présenté par M. Cl. Bernard.)

Le darwinisme et l'origine de l'homme; par M. l'abbé A. LECOMTE; 2e édition. Bruxelles, Vromant; Paris, Palmé, 1873; 1 vol. in-12.

Bulletin de la Société mathématique de France, publié par les Secrétaires; t. Ier, n° 2. Paris, au siége de la Société, 1873; br. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par MM. G. DARBOUX et J. HOÜEL; t. IV, mars 1873. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Les glaciers et les transformations de l'eau; par J. TYNDALL, *suivis d'une Conférence sur le même sujet par* M. HELMHOLTZ, *avec la réponse de M. Tyndall.* Paris, G. Baillière, 1873; 1 vol. in-8°, relié. (Présenté par M. Cl. Bernard.)

Recherches expérimentales sur les propriétés antifermentescibles du silicate de soude, etc.; par le Dr PICOT. Tours, imp. Ladevèze, 1873; in-8°.

La charpie de l'ambulance de l'Administration des Postes. Pansement immédiat par le soldat des blessures sur le champ de bataille; par le Dr E. LANTIER. Paris, P. Asselin, sans date; opuscule in-8°.

(La suite du Bulletin au prochain numéro.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 AVRIL 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Lœwy*, en remplacement de feu M. *Delaunay*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Lœwy prend place parmi ses confrères.

PHYSICO-CHIMIE. — *Mémoire sur les actions produites par l'attraction moléculaire dans les espaces capillaires;* par M. Becquerel. (Extrait.)

« Les réductions métalliques produites dans les espaces capillaires qui séparent deux dissolutions, l'une à base d'un sel métallique, l'autre de monosulfure alcalin, ne sont pas les seules actions chimiques qui s'opèrent dans ces mêmes espaces; quand on expérimente avec d'autres dissolutions, les résultats obtenus mettent en évidence une nouvelle propriété dont la connaissance intéresse les sciences physico-chimiques.

» L'appareil employé, comme ceux qui servent aux réductions métalliques, est formé d'un tube fêlé contenant une dissolution et une lame de pla-

tine, lequel plonge dans une autre dissolution où se trouve également une autre lame de platine. Ces deux lames sont destinées à être mises en communication avec un galvanomètre très-sensible, afin de connaître l'état électrique de chacune des deux dissolutions pendant leur réaction dans la fêlure. Parmi les résultats rapportés dans le Mémoire, on mentionne ici les suivants :

» Lorsqu'on introduit dans le tube fêlé une dissolution saturée de chlorure de baryum, et dans le vase où il plonge une autre de sulfate de potasse, il n'y a production ni de sulfate de baryte, ni de courant électrique. Il en est de même en opérant avec une dissolution de bichromate de potasse et une autre de nitrate de plomb; quelques jours après, on aperçoit un filet extrêmement petit de chromate de plomb, du côté du nitrate de plomb, avec production d'un courant peu intense. Les deux dissolutions pénètrent néanmoins dans la fissure par capillarité, comme on le prouve en introduisant dans chacune d'elles une lame de platine, les deux lames étant mises en relation avec un galvanomètre; la déviation de l'aiguille aimantée accuse, aussitôt la fermeture du circuit, la production d'un courant électrique très-fort, qui ne peut circuler qu'autant que la fêlure contient un liquide conducteur. Les deux dissolutions, au moins l'une d'elles, ont dû y pénétrer par capillarité.

» En soumettant à l'expérience une dissolution de nitrate de plomb, et une autre de sulfate de potasse, il n'y a pas eu également de précipité de sulfate de plomb, mais seulement production d'un très-faible courant électrique; avec d'autres dissolutions, on a eu des courants plus forts, mais toujours sans précipités, résultant de doubles décompositions.

» On rappelle à cette occasion que, dans les doubles décompositions, l'équilibre des forces électriques n'est point troublé, si ce n'est dans le cas où les deux dissolutions ne sont pas parfaitement neutres.

» On conclut des nombreuses expériences qui ont été faites que l'attraction exercée par les parois de la fissure sur les deux dissolutions peut être considérée comme analogue à l'affinité capillaire, action si bien définie par M. Chevreul, laquelle a assez de puissance pour vaincre l'affinité que les deux dissolutions ont l'une pour l'autre. Il résulte de là que ces deux dissolutions restent en présence dans la fissure sans pouvoir réagir l'une sur l'autre, parce que toutes les affinités se font équilibre.

» Les résultats sont encore les mêmes quand on soumet à l'expérience des dissolutions capables de produire par leur réaction un dégagement de gaz, tel que l'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$ et une dissolution de carbonate de

soude. On aperçoit à peine, à l'aide d'une loupe, dans la fêlure, quelques petites bulles de gaz, très-rapprochées les unes des autres, et présentant l'aspect de petites lames métalliques brillantes; mais, peu à peu, ces très-petites bulles se réunissent, et l'on finit par apercevoir çà et là un dégagement de très-petites bulles de gaz; le courant du couple voltaïque traverse la fêlure avec une grande facilité.

» D'autres résultats semblables, rapportés dans le Mémoire, présentent également de l'intérêt :

» On a rempli un tube fêlé de mercure aussi pur que possible et le vase extérieur d'acide nitrique contenant moitié d'eau distillée; les effets suivants ont été produits: action vive de l'acide sur le métal, en dehors de la fêlure; l'acide qui a pénétré seul dans la fêlure a attaqué ce dernier en dehors avec dégagement de gaz nitreux. Ici l'affinité capillaire n'intervient en rien, puisque la réaction a lieu en dehors de son influence.

» Il y a un moyen facile de reconnaître immédiatement si telle ou telle dissolution traverse plus ou moins les fissures; ce moyen consiste à colorer l'un des deux liquides, en laissant l'autre incolore. On a mis aussi, dans un tube fêlé, une infusion légère de tournesol, rougie par quelques gouttes d'acide sulfurique, puis, dans le vase extérieur, de l'eau distillée; l'infusion avait un niveau de 10 centimètres au-dessus de celui de l'autre liquide, afin que la pression forçât le liquide à sortir de la fissure; malgré cela, la liqueur colorée n'a pas traversé la fêlure, on n'a pas trouvé de traces de coloration dans l'eau distillée, et l'on trouve à peine des traces excessivement faibles d'acide sulfurique. On ne doit pas considérer comme absolus les effets observés dans les espaces capillaires, toutes les fois que deux dissolutions réagissent l'une sur l'autre, attendu que les effets doivent dépendre du rapport entre les affinités capillaires et les affinités des liquides en présence, ainsi que de l'étendue de ces espaces. Les premiers dépendent de la nature des liquides qui mouillent et de celle des parois mouillées. La question est donc très-complexe. Dans le cas où l'affinité capillaire est très-faible pour l'un des liquides, ce liquide traverse la fissure, et la réaction a lieu en dehors, mais avec une telle lenteur que le dépôt se forme à l'état cristallin; c'est ce que l'on remarque quand la fissure, dans quelques parties, a moins de plusieurs millièmes de millimètre d'étendue. On obtient ainsi cristallisés les sulfates de plomb, de baryte, etc., etc.

» Les résultats obtenus jusqu'ici ne sont pas encore assez nombreux pour que l'on puisse déterminer les rapports existant entre l'attraction ou affinité capillaire et l'affinité chimique.

» On peut considérer comme un fait qui paraît général que les doubles décompositions ne s'opèrent pas dans les espaces capillaires, toutes les fois que ces espaces ne dépassent pas certaines limites de grandeur supérieures à quelques millièmes de millimètre. J'en ai donné des preuves nombreuses; mais on pouvait croire que les tubes fêlés dont on a fait usage avaient des ouvertures trop étroites pour que les réactions pussent avoir lieu, les dissolutions ne pouvant y pénétrer; l'expérience suivante prouve que cette objection n'est pas fondée : on a remplacé les deux dissolutions par deux autres, l'une de monosulfure alcalin, l'autre de nitrate de cuivre; il a commencé à se déposer presque immédiatement du cuivre dans la fêlure. Les doubles décompositions n'avaient donc pas lieu dans les expériences rapportées précédemment, non pas parce que les fêlures étaient trop étroites, mais bien parce que l'affinité capillaire empêchait les affinités des deux dissolutions d'exercer leur action.

» Il y a encore une autre considération à laquelle il faut avoir égard : dans l'appareil où s'opère la réduction métallique, il y a deux forces qui agissent dans le même sens : l'attraction moléculaire qui condense la dissolution adhérant aux parois des fissures pour les transformer en conducteurs solides, et les courants électro-capillaires qui ont une grande énergie; il n'en est pas ainsi avec les dissolutions donnant lieu dans leur contact, hors des fêlures, à un précipité, attendu que le courant électro-capillaire est à peu près nul, vu la très-faible force électromotrice produite au contact des deux dissolutions et leur mauvaise conductibilité.

» Lorsque les fissures ont plus de quelques millièmes de millimètre de largeur, on voit çà et là se former de légers précipités, qui grossissent peu à peu sous forme de tubercules, ou s'épanchent sur l'une des surfaces du tube fêlé. Ces précipités sont tous à l'état cristallin. L'une des dissolutions sort donc de la fêlure ou y entre dans un état tel, que, en réagissant l'une sur l'autre, le précipité qui se forme est cristallisé ou à l'état cristallin.

» Des faits exposés dans le Mémoire on tire les conséquences suivantes :

» 1° Les couches liquides qui adhèrent aux espaces capillaires, indépendamment de la propriété de conduire l'électricité à la manière des métaux, bien qu'à un moindre degré, en possèdent d'autres qui doivent être prises en considération dans l'étude des phénomènes électrochimiques.

» 2° Quand on opère avec certaines dissolutions saturées, non métalliques, produisant des doubles décompositions dans leur réaction réciproque en dehors des espaces capillaires, avec formation de précipité

insoluble, ce précipité n'a pas lieu dans l'intérieur, quand les parois sont en verre, comme dans un tube fêlé; ce résultat est dû à la lutte entre les affinités capillaires et les affinités entre les deux liquides qui se manifestent au contact, par suite de laquelle ces derniers cessent de se manifester.

» 3° Des parties très-divisées de matières insolubles et constamment humides se comportent comme corps solides conducteurs, dans leur contact avec un métal oxydable; il se produit alors une foule de courants électro-capillaires, qui agissent comme des courants voltaïques ordinaires.

» 4° On peut se servir des couples électrocapillaires simples, vu leur faible intensité, comme d'unités pour comparer les forces électromotrices des couples en général; mais ces couples, quand il n'y a pas de réduction métallique, n'étant pas à courant constant, il s'ensuit que l'on ne peut les opposer les uns aux autres que pour avoir avec le galvanomètre des déviations par première impulsion de l'aiguille aimantée.

» 5° On peut avoir une idée de la différence qui existe entre les affinités capillaires exercées par les parois sur chacune des deux dissolutions et les affinités en vertu desquelles sont unies les parties composantes, en examinant de quel côté se forment les précipités, en dedans ou en dehors de la fêlure. S'ils ont lieu en dedans, c'est une preuve que l'affinité capillaire est moindre pour le liquide extérieur que pour le liquide intérieur. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur dégagée dans la réaction entre les alcalis et l'eau : potasse et soude;* par M. **Berthelot.**

« J'ai étudié l'action de l'eau sur les hydrates de potasse et de soude, sur l'ammoniaque, enfin sur la chaux, la baryte et la strontiane anhydres et hydratées : je me suis proposé d'obtenir la mesure thermique du travail accompli dans ces diverses réactions, travail qu'il importe de connaître pour résoudre certaines questions de mécanique moléculaire.

I. — Potasse.

» **1.** J'ai trouvé que 1 équivalent ($56^{gr},1$) d'hydrate de potasse solide, KHO^2, mis en présence de près de 100 fois son poids d'eau ($260H^2O^2$), dégage, d'après trois essais. . . . . $+12^{Cal},46$

» La détermination de ce chiffre n'est pas sans difficulté, à cause de l'extrême promptitude avec laquelle l'hydrate de potasse attire l'humidité atmosphérique. Pour réussir, j'ai dû fondre l'hydrate de potasse pur dans un petit creuset d'argent, et placer celui-ci encore rouge au

sein d'un flacon bouché à l'émeri et à large ouverture. Le système complet, après refroidissement, a été pesé sur une balance capable d'apprécier 1 kilogramme au demi-milligramme; ce qui donne par différence le poids de la potasse. Pour faire la mesure thermique, on ouvre le flacon, on saisit le creuset avec une longue pince et on l'immerge aussitôt dans l'eau du calorimètre. La dissolution exige quelques minutes et une vive agitation. Dès qu'elle est accomplie, on prend la densité et le titre alcalimétrique de la liqueur, ce qui permet de calculer le poids de l'alcali réel qu'elle contient. Ce poids doit être égal à celui de la pesée directe, pour que l'expérience soit valable, à un deux centième près : limite qui représente les erreurs des expériences. Par exemple, j'ai trouvé dans un essai le poids de la potasse :

Par la pesée..........	6gr,07
Par le titre...........	6gr,03

» Il n'est pas possible d'arriver à une telle concordance lorsqu'on coule la potasse fondue sur une plaque, avant de l'introduire dans un flacon; car elle reprend toujours, dans ces circonstances, une proportion notable d'eau, quelles que soient la promptitude et les précautions de l'opérateur.

» 2. La potasse solide du commerce, dite *pure*, renferme une proportion d'eau bien plus grande, et qu'il est facile de mesurer en comparant une pesée avec un essai alcalimétrique. J'ai mesuré la chaleur dégagée par une potasse de ce genre :

$(KHO^2 + 0,88H^2O^2)$, en présence de $110H^2O^2$ dégage,	1er essai...	$+4,63$
$(KHO^2 + 0,87H^2O^2)$ »	2e essai...	$+4,57$
	Moyenne.....	$+4,60$

» L'union de $0,88H^2O^2$ avec l'hydrate de potasse, sous forme solide, a donc dégagé $12,46 - 4,60 = 7,86$,

$$\text{Soit pour } H^2O^2\text{.......} \quad +8,93$$

chiffre qui s'applique à la formation de quelque hydrate spécial, d'après ce qui suit.

» 3. J'ai préparé l'hydrate de potasse cristallisé, en beaux cristaux aigus et brillants, $KHO^2 + 2H^2O^2$; je l'ai isolé, desséché avec soin sur une plaque de porcelaine dégourdie et placée dans une atmosphère limitée; enfin j'en ai vérifié la composition en comparant la pesée avec l'essai alcalimétrique de chaque échantillon :

$(KHO^2 + 2H^2O^2)$, en présence de $170H^2O^2$ environ (trois essais), absorbe... $-0,03$

» Cet hydrate se dissout donc dans l'eau avec une absorption de chaleur (très-faible d'ailleurs), contrairement à ce qui est dit dans plusieurs Traités; mais il suffit d'une très-petite quantité d'eau mère interposée, et difficile à éliminer à cause de sa viscosité, pour expliquer la divergence : car la solution saturée de potasse dégage beaucoup de chaleur par la dilution. Au contraire, la dissolution de l'hydrate cristallisé dans une solution presque saturée absorbera — 2,40 environ.

» Il résulte des chiffres ci-dessus que l'union de $2H^2O^2$ avec KHO^2 sous forme solide dégage $12^{Cal},49$,

Soit pour H^2O^2....... + 6,25

» Mais ce dégagement de chaleur répond à la formation de plusieurs hydrates successifs, attendu que les premières portions d'eau unies avec la potasse produisent beaucoup plus de chaleur que les dernières :

En effet, tout d'abord... 0,88 H^2O^2 développe + 7,86 (pour H^2O^2 : + 8,93),
Puis................. 1,12 H^2O^2 » + 4,63 (pour H^2O^2 : + 4,12).

Il existe donc au moins un hydrate solide, inconnu jusqu'ici, mais de composition intermédiaire entre la potasse KHO^2, et l'hydrate cristallisé $KHO^2 + 2H^2O^2$ (*).

» On remarquera que la chaleur dégagée par la formation de ces deux composés successifs n'est pas proportionnelle au poids de l'eau combinée, c'est-à-dire que la formation thermique des divers hydrates de potasse ne répond pas à une loi numérique simple de proportionnalité, telle que celle qui régit la formation de certains oxydes métalliques (cuivre, étain).

» Les deux hydrates de potasse que je viens de signaler ne sont probablement pas les seuls. En effet, l'étude thermique de la dilution des solutions de potasse, aussi bien que les propriétés physiques de ces solutions et les réactions chimiques qu'elles exercent, conduisent à admettre des combinaisons plus hydratées encore et analogues aux hydrates cristallisés de baryte et de strontiane.

» 4. J'ai mesuré la chaleur dégagée lorsqu'on étend d'eau les solutions de potasse diversement concentrées. Chacun des nombres ci-dessous est la moyenne de deux ou trois déterminations concordantes. Il a été tenu compte dans tous mes essais de la chaleur spécifique des liqueurs.

(*) Si l'on admettait que le premier hydrate répondît à $KHO^2 + H^2O^2$, sa formation dégagerait + 8,93; tandis que l'union de la seconde portion d'eau, H^2O^2, dégagerait + 3,56. Mais ces chiffres sont subordonnés à la composition inconnue du premier hydrate.



Composition du liquide employé.	Poids de la potasse, KHO^2, dans 1 kilogr.	Densité.	Quantité d'eau additionnelle (dissolvant).	Chaleur dégagée = Q. Trouvée.	Calcul. pour $200 H^2O^2$.
$KHO^2 + 3,06 H^2O^2$ (saturée).	503 gr	1,532 vers 16°	+41 H^2O^2	+2,41	+2,38
+ 3,28.........	488	1,512 à 12°	+42,5	+2,14	+2,11
+ 3,52.........	470	1,499 à 13	+44,3	+1,98	+1,95
+ 4,11.........	431	1,452 à 12,5	+50	+1,44	+1,41
+ 5,20.........	379	1,392 à 12,5	+60	+0,98	+0,95
+ 7,02.........	307,5	1,307 à 14,5	+39	+0,60	+0,57
+11,00.........	221	1,215 à 15	+60	+0,16	+0,13
+15,3	169	1,167 à 10	+79	−0,035	−0,06
+15,3	»	»	+17	+0,045	−0,06
+32,3	»	»	+21	−0,035	−0,06
+46	»	1,062	+46	−0,03	−0,03
+48	»	»	+48	−0,035	−0,03
+54	»	1,053	+54	−0,028	−0,03
+55,3 (1 éq. = 1 l.)	»	1,052 à 11,5	+56	−0,026	−0,025
+64,6	»	1,044	+65	−0,024	−0,025
+111 (1 éq. = 2 l.)	»	1,026	+110	−0,00	−0,00

» Au delà de $100 H^2O^2$, la dilution ne produit plus que des résultats insensibles.

» 5. Ce tableau peut être représenté graphiquement par une courbe hyperbolique, qui indique un décroissement très-rapide de la chaleur de la dilution avec la quantité d'eau déjà combinée. Il est plus rapide que pour les hydracides, c'est-à-dire que la combinaison entre l'hydrate de potasse et l'eau se complète bien plus vite que celle des hydracides, pour un même nombre d'équivalents d'eau surajoutés. Le tracé graphique ne répond pas d'ailleurs à une courbe simple, la courbure variant rapidement à partir de $7 H^2O^2$ et la courbe passant au-dessous de l'axe des x vers $14 H^2O^2$ (valeurs négatives) et s'en écartant d'abord à une faible distance, pour s'en rapprocher ensuite asymptotiquement.

» Au voisinage de 20 à $25 H^2O^2$, il existe une solution telle, que la plus petite addition ou soustraction d'eau donne également lieu à une absorption de chaleur : phénomène que les tensions de la vapeur d'eau émise par les solutions de potasse, telles qu'elles sont connues par les expériences de M. Wüllner, ne permettaient pas de soupçonner.

» Ce changement de signe paraît indiquer que, la combinaison entre l'eau et la potasse étant devenue complète, les effets ordinaires de la dilution des solutions salines se manifestent. En effet, le mélange mécanique de l'eau avec une solution saline répond à un certain travail de désagrégation physique, faible d'ailleurs, mais qui s'accomplit avec absorption de chaleur.

» La formule

$$Q = \frac{23}{n^2}$$

représente assez fidèlement les nombres observés, jusque vers $n = 11$ ($KHO^2 + nH^2O^2$ étant la composition du liquide employé). Au delà, il faut ajouter un terme correctif, tel que $-\frac{23}{10n}$, et la formule se réduit sensiblement à ce dernier terme depuis $n = 32$.

» 6. Cherchons encore la chaleur dégagée par l'union des équivalents d'eau successifs avec une solution saturée d'hydrate de potasse. D'après le tableau précédent,

$(KHO^2 + 3H^2O^2)$ +	H^2O^2	dégage	+ 0,90			pour H^2O^2;
$(KHO^2 + 4H^2O^2)$ +	H^2O^2	»	+ 0,42			»
$(KHO^2 + 5H^2O^2)$ +	$2H^2O^2$	»	+ 0,42;	soit	+ 0,21	pour H^2O^2;
$(KHO^2 + 7H^2O^2)$ +	$4H^2O^2$	»	+ 0,44;	»	+ 0,11	»
$(KHO^2 + 11H^2O^2)$ +	$4H^2O^2$	»	+ 0,20;	»	+ 0,05	»
$(KHO^2 + 15H^2O^2)$ +	$17H^2O^2$	»	+ 0,045;	»	+ 0,003	»
$(KHO^2 + 32H^2O^2)$ +	$14H^2O^2$	»	+ 0,015;	»	+ 0,001	»
$(KHO^2 + 46H^2O^2)$ +	$9H^2O^2$	»	+ 0,000;			
$(KHO^2 + 55H^2O^2)$ +	$165H^2O^2$	»	− 0,026.			

» Les chaleurs dégagées décroissent d'abord suivant une marche analogue à une progression géométrique, conformément à une remarque faite par Hess pour l'hydratation de l'acide sulfurique; mais les valeurs numériques relatives à la potasse et à l'acide sulfurique diffèrent beaucoup, et elles ne sont pas non plus les mêmes pour les hydracides. Bref, il ne paraît pas que la tentative faite par ce savant pour découvrir ici des nombres qui fussent multiples d'une même unité générale, tentative reproduite dans ces derniers temps, soit confirmée par l'expérience, pas plus qu'elle n'est vérifiée par l'étude des hydrates solides de potasse.

» 7. Les volumes moléculaires occupés par $KHO^2 + nH^2O^2$, tels qu'ils résultent des densités ci-dessus, ne semblent pas susceptibles d'une représentation simple. Observons cependant que l'écart entre le volume de l'eau qui dissout KHO^2 (56^{gr},1) et le volume de la solution correspondante diminue à mesure que l'eau augmente; il varie de 17^{cc},4 (solution saturée) à 4 centimètres cubes (solution renfermant $200H^2O^2$), sans que la limite de la contraction paraisse encore atteinte.

» Le volume de l'hydrate solide, KHO^2, étant 27 centimètres cubes environ, d'après la densité donnée par M. Filhol, on voit qu'il y a contraction d'un tiers, en présence de $3H^2O^2$, et des six septièmes, en présence de $200H^2O^2$.

» Ces contractions marchent dans le même sens que la variation des chaleurs spécifiques, lesquelles présentent une différence croissante avec la somme des chaleurs spécifiques de l'eau et de la potasse. Au contraire, elles n'offrent point de relation simple avec les chaleurs de dilution ou de dissolution correspondantes, et elles ne se changent point en dilatations au moment où la dilution absorbe de la chaleur au lieu d'en dégager. On retrouve donc à cette limite une opposition singulière entre le signe de la contraction et celui de la chaleur dégagée, opposition déjà observée pour certains mélanges liquides par MM. Bussy et Buignet.

II. — Soude.

» **1.** J'ai trouvé que l'hydrate de soude pur dégage, en se dissolvant dans l'eau,

	Cal
$(NaHO^2) + 135H^2O^2$................	$+9,85$
$(NaHO^2) + 154H^2O^2$................	$+9,70$
Moyenne......	$9,78$

La soude attire l'eau atmosphérique bien plus lentement que la potasse.

» **2.** L'hydrate de soude du commerce, réputé pur, renferme un certain excès d'eau combinée. J'ai trouvé avec un échantillon de ce genre (deux essais) :

	Cal
$(NaHO^2 + 0,76H^2O^2) + 195H^2O^2$..............................	$+7,31$.
L'union de $0,76H^2O^2$ avec $NaHO^2$, sous forme solide, a donc dégagé..	$+2,47$;
Soit, pour H^2O^2..	$+3,25$,

nombres bien plus faibles que celui qui répond à l'union analogue entre KHO^2 et les mêmes quantités d'eau, soit $+ 8,93$ pour H^2O^2.

3. *Dilution des solutions de soude.*

Composition.	Poids de la soude $NaHO^2$ dans 1^l.	Densité vers 14 degrés.	Quantité d'eau additionnelle (dissolvant).	Chaleur dégagée. Trouvée.	Chaleur dégagée. Calc. pour $200H^2O^2$.
$NaHO^2 + 2,57H^2O^2$ (saturée).	464	1,494	$80H^2O^2$	+3,69	+3,59
2,84...........	439	1,470	86	+3,18	+3,09
3,29...........	404	1,436	64	+2,41	+2,13
4,09...........	358	1,383	75	+1,47	+1,37
5,58...........	285	1,312	59	+0,38	+0,18
8,78...........	200	1,220	46	−0,20	−0,42
15,4...........	126	1,140	76	−0,29	−0,40
18,4...........	»	»	61	−0,39	−0,49
27,8 (2éq. = 1^l).	»	1,088 à 7°	27,6	−0,24	−0,46
37,4...........	»	1,067	74	−0,245	−0,32
55,8 (1 éq. = 1^l).	»	1,046	56	−0,145	−0,225
70,2...........	»	1,035	140	−0,155	−0,175
80.............	»	»	80	−0,075	−0,10
111,4 (1 éq. = 2^l).	»	1,023	111,5	−0,06	−0,08
223 (1 éq. = 4^l)...	»	»	223	−0,02	−0,02

» 4. Ce tableau peut être exprimé par une courbe hyperbolique, analogue à celle de la potasse, et donnant lieu aux mêmes remarques. La marche en est plus rapide encore : la courbe atteint un terme auquel la dilution par $200 H^2O^2$ représente une absorption de chaleur très-notable. Vers $6 H^2O^2$, elle descend au-dessous de l'axe des x; elle arrive à un minimum vers $9 H^2O^2$; elle court presque parallèlement à l'axe jusque vers $30 H^2O^2$; puis la courbe rebrousse et remonte asymptotiquement vers l'axe des x. Les tensions de la vapeur d'eau émise par les solutions de soude ne permettaient de prévoir aucune de ces circonstances.

» La formule

$$Q = \frac{23}{n^2}$$

représente les chaleurs dégagées jusque vers $5,6 H^2O^2$. Elle est la même que pour la potasse, c'est-à-dire que *les premiers travaux accomplis dans la dilution des solutions concentrées de la potasse et de la soude sont les mêmes;* malgré la différence qui existe entre les chaleurs de dissolution des hydrates solides.

» Entre $5,6 H^2O^2$ et 18,4, il faut ajouter à la formule, pour la soude, un terme correctif tel que $-0,60$. Au delà de ce point, le terme correctif $-\frac{23}{2n}$ suffit, et la formule finit même par se réduire à ce terme unique.

» 5. Les volumes moléculaires occupés par $NaHO^2 + nH^2O^2$ manifestent une contraction croissante, qui n'a pas encore atteint sa limite pour $200 H^2O^2$. Cette contraction, plus grande que celle des solutions de potasse équivalentes, est telle que *le volume des solutions étendues de soude est moindre que celui de l'eau* qu'elles renferment. L'écart s'élève à $-5^{cc},9$ environ pour $NaHO^2 + 220 H^2O^2$. Au contraire, le volume moléculaire des solutions concentrées l'emporte sur celui de l'eau : l'excès est de $+11^{cc},5$ dans les solutions saturées. Mais dans cette circonstance même il y a déjà contraction : en effet, la valeur ci-dessus est inférieure d'un tiers au volume de l'hydrate solide ($18^{cc},8$), d'après la densité trouvée par M. Filhol.

» La contraction des dissolutions des alcalis fixes est donc un fait général; elle existe, pour la soude comme pour la potasse, non-seulement dans les liqueurs qui dégagent de la chaleur par la dilution, mais aussi dans les liqueurs qui en absorbent.

» 6. Entre les volumes moléculaires d'une solution de potasse et ceux d'une solution de soude équivalente, la différence n'est pas constante; mais elle s'écarte peu de 9 centimètres cubes, chiffre qui se retrouve à peu

près dans la comparaison des volumes des hydrates solides, comme aussi des solutions équivalentes des chlorures, iodures, sulfates, azotates de potasse et de soude. En effet, les volumes moléculaires de ces solutions (rapportées à 1 équivalent de chaque sel) diffèrent de 10 à 11 centimètres cubes environ; ce qui est également la différence entre les volumes respectifs des chlorures et des azotates solides de ces deux métaux. On pourrait exprimer l'ensemble de ces résultats d'une manière abrégée, quoique moins correcte, en disant que le volume du potassium combiné surpasse celui du sodium de 10 centimètres cubes.

» Or, le volume de 1 équivalent ($39^{gr},1$) de potassium libre l'emporte de 21 centimètres cubes environ sur celui de 1 équivalent (23 grammes) de sodium. Il résulte de cette comparaison que l'état moléculaire des deux éléments libres n'est pas comparable à celui des mêmes éléments combinés. J'ai déjà fait une remarque analogue pour les éléments halogènes. Mais les trois éléments halogènes (chlore, brome, iode) occupent à peu près le même volume à l'état libre, contrairement aux métaux alcalins. Cependant ils s'en rapprochent dans leurs composés, par ce fait qu'il existe également une différence à peu près constante entre les volumes des combinaisons correspondantes de ces trois corps avec un même élément ou système d'éléments.

» 7. Comparons enfin les quantités de chaleur dégagées dans la formation des combinaisons alcalines, à partir des éléments. Les quantités dégagées par le potassium surpassent un peu celles que dégage le sodium, en formant les composés correspondants; mais l'écart s'élèverait seulement à 4 ou 5 centièmes de la valeur totale, d'après les déterminations connues. Cet écart est bien moindre pour les métaux alcalins que pour les éléments halogènes. En outre, le métal qui dégage le plus de chaleur est celui dont l'équivalent est le plus élevé et le volume le plus considérable; tandis que les relations inverses existent entre les corps halogènes. Au surplus, l'étude thermique des métaux alcalins réclame de nouvelles expériences. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons formées sous l'influence de l'effluve électrique par le gaz des marais et l'acide carbonique d'une part, et l'oxyde de carbone et l'hydrogène d'autre part.* Note de MM. P. Thenard et A. Thenard.

« Jusqu'ici nous nous étions promis de garder une sage réserve sur la nature des corps organiques que nous ont donnés, sous l'influence

de l'effluve, le gaz des marais et l'acide carbonique d'une part; d'autre part, l'oxyde de carbone et l'hydrogène mélangés deux à deux à volumes égaux; mais le *Chimical New*, de Londres, vient de publier, dans son numéro du 19 courant, un Mémoire de sir B.-C. Brodies, qui touche de tellement près aux sujets que nous traitons, qu'il serait imprudent de conserver plus longtemps le silence. Aussi demandons-nous l'indulgence.

» Comme nous, M. Brodies vient de soumettre à l'effluve un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène, et, comme nous, il a observé une contraction des gaz; mais ses produits sont restés gazeux, et de l'analyse il a déduit qu'en cinq heures de travail, temps au bout duquel la contraction avait presque cessé, il s'était formé, aux dépens de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone, de l'eau et du gaz des marais, celui-ci figurant à raison de 6 pour 100 dans le mélange final.

» Dans nos expériences, au contraire, la contraction s'est toujours maintenue, et la condensation a été si complète, ou du moins si près de l'être, que le mercure serait monté jusque dans le tube à effluve, si, perdant de vue l'appareil, on avait oublié de lui fournir des gaz. Du reste, voici nos nombres (*Comptes rendus* du 3 mars et du 21 avril 1873) :

Mélange de gaz des marais et d'acide carbonique.			*Mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène.*		
27 février	6^h	12^{cc}	15 avril	6^h30^m	72^{cc}
28 »	15	48	16 »	15 »	144
1er mars	14	48	17 »	14.30	120
2 »	4	24	18 »	14.30	120
3 »	16	60	19 »	13.45	96
4 »	17	60		64^h15^m	552^{cc}
5 »	14	48			
6 »	15	48			
7 »	14	36			
	115^h	384^{cc}			

» Quant au produit, il se présente dans les deux cas sous la forme d'un liquide qui se condense dans le tube à effluve en petites gouttelettes incolores d'abord, mais qui, vers la fin, s'ambrent d'une manière très-sensible et passent de l'état oléagineux à l'état poisseux.

» Par une circonstance fortuite, mais doublement heureuse, M. Fremy, pour le premier tube, et M. Berthelot, pour le second, entrèrent dans notre laboratoire au moment où nous commencions à les examiner, et nous prêtèrent leur précieux concours.

» *Premier tube*, obtenu par la condensation du gaz des marais et de l'acide carbonique (poids de la matière, calculé d'après le volume des gaz condensés, environ $0^{gr},500$). — Ne voulant pas briser le tube à effluve, afin, d'une part, d'essayer avec lui et par comparaison la condensation sur d'autres mélanges gazeux, et, d'autre part, parce qu'il eût préalablement fallu retirer le chlorure d'antimoine servant d'anode, opération toujours très-délicate quand il la faut complète, on a d'abord essayé de la volatilisation de la matière. Pour ce faire, le tube placé au-dessus d'une poissonnière de cuisine a été exposé à la vapeur d'eau. Rien ne s'est volatilisé; mais le liquide d'ambré a bruni très-sensiblement. Une petite quantité d'eau ayant alors été introduite dans le tube, une partie seulement de la matière s'est dissoute et a donné un liquide jaune opalin, et très-acide, qui avait une forte odeur de métacétone mélangée de produits formiques.

» Traité par l'oxyde de mercure, il l'a réduit comme l'aurait fait de l'acide formique; on a reconnu, en même temps, qu'il ne contenait pas d'acide oxalique.

» Évaporé à siccité, il a laissé un abondant résidu fixe, soluble dans l'eau et toujours acide. Chauffé davantage, ce résidu s'est détruit à la façon du sucre ou de l'acide tartrique.

» Traité par la potasse, il a donné un sel soluble dont l'acide se précipite au moins en partie par l'acide chlorhydrique, mais qui se redissout dans un excès de ce dernier.

» Le nitrate d'argent à froid est resté indifférent à l'égard de ce sel. Le carbonate de plomb s'y est dissous avec dégagement de gaz; mais le liquide, filtré et évaporé à froid dans l'air sec, s'est troublé ensuite et a donné un vernis dur et en partie soluble qui ne présentait pas de cristallisation, mais qui conservait le goût sucré des sels de plomb. Après le lavage du tube à l'eau, on a fait succéder l'alcool, puis l'éther, et enfin la potasse.

» L'éther semble n'avoir rien fait; l'alcool, au contraire, a dissous une très-faible quantité d'une matière qui devient insoluble par une addition d'alcool concentré; mais la potasse, surtout à chaud, a enlevé les dernières parties; elles étaient brunes et non sans analogie avec l'acide humique.

» *Second tube*, obtenu par la condensation de volumes égaux d'oxyde de carbone et d'hydrogène (poids de la matière calculé d'après le volume des gaz condensés, environ $0^{gr},360$). — Le liquide était moins ambré et moins poisseux que le précédent.

» Le tube ayant été passé à l'eau, presque toute la matière s'est dissoute,

et le peu qui en est resté a laissé au verre un aspect légèrement blanc et graisseux, que la potasse a fait disparaître.

» Quant à la solution aqueuse, elle était jaune eau-de-vie, très-acide, mais moins opaline que la précédente; d'une odeur formique plus prononcée, elle sentait beaucoup moins la métacétone, ce qui tient sans doute à ce que l'opération avait duré moins longtemps.

» Évaporée sur la lame de platine, elle a donné un résidu fixe, jaune de cassonade, qui, chauffé plus fortement, a gonflé beaucoup, en laissant un charbon complétement combustible et répandant des odeurs empyreumatiques analogues à celles que donnent les tartrates ou le sucre brûlés.

» Saturée à moitié par la potasse et reprise par un mélange à volumes égaux d'alcool et d'éther, il s'est fait un précipité qui, vu au microscope, avait l'apparence de la levûre de bière.

» La liqueur de Fehling, le nitrate d'argent à chaud, le bichlorure de mercure ont été réduits avec énergie; l'oxyde de mercure aussi, mais plus difficilement. Enfin la levûre de bière n'a pas déterminé de fermentation.

» Que conclure de ces caractères, presque tous négatifs? Rien évidemment aujourd'hui en ce qui touche la nature des espèces chimiques engendrées, mais beaucoup au point de vue d'un procédé qui engendre des espèces chimiques aussi complexes et certainement nombreuses.

» L'effluve, en effet, ne s'arrête pas, comme on pourrait le déduire de l'expérience de sir Brodies, au gaz des marais : elle va bien au delà; accumulant, au contraire, les atomes les uns sur les autres, elle les fait arriver aux corps les plus compliqués. M. Berthelot pense même que ces produits dérivent de la condensation de l'aldéhyde formique $C^2H^2O^2$, qui serait le produit initial de la réaction entre l'oxyde de carbone et l'hydrogène unis à volumes égaux, nous l'avions nous-mêmes supposé à propos de l'union de l'acide carbonique et du gaz des marais. Cependant il ne faudrait pas croire que l'effluve ne soit pas également capable de dissoudre certains corps organiques. Mais lesquels? Nous en pouvons citer un, l'acide acétique, qui, soumis à son influence, dégage de l'oxyde de carbone ou du gaz des marais, laissant un produit brun, soluble dans la potasse, et plus ou moins semblable à un de ceux que nous avons trouvés dans notre premier tube.

» En terminant, et pour la troisième fois, nous dirons : il faut créer des appareils nouveaux et propres à ce genre d'expériences, pour obtenir tout à la fois qualité et quantité. Réussirons-nous bientôt? Nous l'espérons. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques observations spectroscopiques particulières.* Note du P. **A. Secchi.**

« Dans mes longues recherches spectroscopiques, je suis arrivé à signaler plusieurs phénomènes qui ne me paraissent pas encore suffisamment clairs, et qui, bien que signalés par les astronomes, exigent quelques études.

» Je commencerai par un fait indiqué par le capitaine Herschell en 1869, mais laissé par lui sans explication (1). Lorsqu'on observe la chromosphère avec la fente élargie, dans le spectroscope, on voit que, à sa base, elle est séparée du bord solaire par une ligne *noire*. Le bord de la fente étant très-net et parfaitement mis au point, on le voit trancher nettement sur cette ligne noire très-bien terminée. J'ai constamment observé ce phénomène, dont l'explication m'a paru longtemps problématique; enfin je crois avoir réussi à en deviner l'explication. Cette ligne noire ne serait produite que par l'absorption de la région extérieure de la chromosphère sur la lumière des régions de la chromosphère situées plus profondément. En effet, en supposant la chromosphère haute de 10 à 12 secondes, il est facile de calculer que les points qui sont sur la tangente au bord du globe solaire émettent des rayons qui, pour arriver à l'observateur, doivent traverser une épaisseur presque égale à 100000 kilomètres de chromosphère; si faible que soit sa densité, cette couche énorme doit exercer une grande absorption et produire à sa base une ligne renversée, comme celle que donne l'observation. Il me paraît même y avoir là une donnée précieuse, qui pourrait bien nous conduire à apprécier la densité de la chromosphère dans les couches les plus voisines de la photosphère. J'y reviendrai une autre fois. La ligne jaune D_3 présente le même phénomène.

» Quant à la chromosphère, il reste toujours une question très-délicate à résoudre, c'est la manière dont elle se comporte sur les couches minces et brillantes que l'on observe dans les régions des taches. On a dit que la chromosphère fait défaut sur les taches : sur cette proposition, M. Faye a fondé un argument en faveur de sa théorie, en disant que nous voyons l'hydrogène s'engouffrer dans la tache; il a même été jusqu'à dire que cette absence de chromosphère est très-significative, car il s'agit d'une dépression de 8 à 10 secondes d'arc (2).

» Ces assertions sont graves et réclament quelques éclaircissements :

(1) Voir *Proceedings of the R. Soc. of London*, vol. XVIII, p. 63.

(2) Voir *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 739, ligne 11.

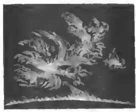
je demande la permission de les donner ici, en m'appuyant sur les recherches prolongées que j'ai faites sur ce sujet, avec des instruments dans lesquels on peut avoir pleine confiance. Je dirai qu'après des centaines d'observations, je n'ai jamais rencontré la chromosphère absente, ni sur les taches, ni ailleurs, *excepté* une fois, où cette enveloppe était absente dans l'étendue de 1 ou 2 degrés héliocentriques, mais cela très-loin de toutes les taches, et je suis très-disposé à croire que cela tenait à l'intervention de quelque corps inconnu, entre nous et le Soleil. Cette observation fut faite le 28 octobre 1871, à 107 degrés de position du pôle solaire nord vers l'est.

» Comment donc se fait-il que l'on assure le contraire? En réalité, l'illustre observateur dont on invoque ici l'autorité avait ajouté la restriction *forsè* (peut-être), et cela avec grande raison. En effet, l'hydrogène existe toujours ici comme une ligne *très-vive* et *très-basse*, d'où l'on a conclu que la chromosphère est absente; cette conclusion n'est pas légitime. L'illusion peut provenir de ce que la couche plus faible de l'hydrogène ordinaire disparaît par contraste, au-dessus de cette couche mêlée d'hydrogène et de métaux, qui est très-vive. En effet, tout le monde sait qu'une lumière faible disparaît lorsqu'une lumière beaucoup plus vive entre dans le champ de la lunette, et qu'elle se superpose à la plus faible. Pour s'assurer de la légitimité de cette explication, on n'a qu'à rétrécir la fente, et l'on verra, sur ces masses très-vives, apparaître la ligne C brillante, à une distance bien plus grande que les 8 secondes de la chromosphère. L'enveloppe d'hydrogène existe donc, et, si l'on a de la peine à le voir, c'est précisément par la raison qui fait qu'on ne voit pas la base des jets d'hydrogène faibles au voisinage de la chromosphère elle-même, à moins de précautions particulières.

» L'enveloppe d'hydrogène existe donc sur les taches du bord, et, au lieu de la voir tranquille, on la voit agitée d'une manière prodigieuse, se dressant en filets très-roides, droits et perpendiculaires au bord, et s'élançant en haut. Nous sommes donc loin de le voir *s'engouffrer*, comme le dit M. Faye. Ces mouvements sont réels et non apparents, car ils sont accompagnés de changements plus ou moins persistants dans les formes, changements qu'on ne peut pas attribuer toujours à l'agitation de l'air. Tout au contraire, j'ai bien souvent remarqué, dans mes publications, que le mouvement de l'atmosphère est insensible sur la chromosphère, comme sur les raies des spectres stellaires à l'horizon. Il est vraiment étonnant de voir l'air produire des vibrations immenses dans le bord solaire, et laisser par-

faitement tranquille cette ligne de couleur homogène C, qui constitue l'image habituellement observée de la chromosphère. C'est là une particularité curieuse, sur laquelle je reviendrai une autre fois. Les mouvements pourront quelquefois être attribués à des changements de réfrangibilité, mais en tout cas ils ne sont pas dus à notre atmosphère.

» Il ne sera pas hors de propos de citer ici une observation intéressante, faite le 3 avril, qui se rapporte à des phénomènes bien connus remarqués déjà par M. Respighi, mais qu'il n'est pas inutile de citer ici de nouveau. Le même jour je rencontrai, à $8^h 45^m$, au-dessus du bord



3 avril 1873, $8^h 45^m$. — 259".

solaire, une masse d'hydrogène d'une élévation énorme; elle se trouvait à 23 degrés du point le plus austral du disque solaire vers l'ouest. Elle se présentait comme une masse de cirrhus légers et filamenteux, comme on en observe souvent ici par un ciel serein : leur enchevêtrement était très-difficile à saisir, et changeait d'un moment à l'autre. Au commencement, elle était longue et diffuse, mais elle se rétrécit rapidement et se transforma



3 avril 1873, 9 heures. — 372".

en une espèce de colonne ramifiée. Elle restait toujours séparée de la chromosphère par un intervalle d'une minute au moins, et, adhérant à la chro-

mosphère, on n'observait qu'un faible panache, insuffisant pour nourrir cette masse. Voici le tableau des mesures faites par projection sur l'écran du chercheur, les autres moyens étant inapplicables (1) :

Heures d'observation de la protubérance.	Hauteur en millimètres sur l'image.	La même en secondes d'arc.
$8^h 44^m$	30^{mm}	$= 259''$
8,50	40	= 345
9,00	43	= 372
9,10	52	= 449 = 7′29″.
9,15	44	= 380

» Elle diminua ensuite rapidement, et à $9^h 36^m$ on ne trouvait plus qu'une faible trace de nuage brillant, correspondant à la partie la plus dense. En



3 avril 1873, $9^h 10^m$. — 7′ 29″ = 449″.

prenant la différence de hauteur entre $8^h 45^m$ et $9^h 10^m$, on trouve une vitesse moyenne d'élévation de 90^{kil},5 par seconde de temps. Cette énorme vitesse n'était pas due à une impulsion matérielle provenant de la colonne inférieure, car, comme je l'ai dit, la masse était isolée.

» Des forces inconnues sont donc là en jeu, et le diamagnétisme pourrait bien y intervenir; mais c'est là une question de théorie. Pour ne parler que des faits, un relevé effectué sur ces grandes élévations atteintes par les jets montre que leur maximum se trouve entre 30 et 45 degrés de latitude héliographique; dans le cas actuel, la latitude était 42 degrés sud.

(1) Pour plus de sûreté dans ces observations, je me suis fait aider par le P. Ferrari.

» Il résulte encore de cette observation que l'atmosphère solaire doit s'élever au moins à 8 minutes d'arc, car cette extrémité brillante devait sans doute se continuer avec une masse obscure plus étendue. Cette observation justifie les photographies solaires obtenues par lord Lindsay, qui donnent au Soleil une atmosphère plus élevée que les observations optiques faites avec les lunettes. Elle justifie encore la condition dynamique de cette atmosphère que M. Janssen a signalée en voyant la couronne solaire, conclusion à laquelle je suis également arrivé en examinant ces photographies. »

MÉCANIQUE. — *Application du pandynamomètre à la mesure du travail d'une machine à vapeur, d'après la flexion du balancier.* Note de M. G.-A. HIRN.

« J'ai fait connaître, il y a quelques années déjà (1867), un nouveau dynamomètre fondé sur ce principe, que toutes les pièces actives de nos machines, quelle que soit leur résistance apparente, fléchissent ou se tordent sous les efforts moteurs auxquels elles sont soumises, et que cette déformation, rigoureusement mesurée, donne, comme de raison, la valeur de l'effort moteur. Le modèle de pandynamomètre que j'ai exposé en 1867, et qui se trouve déposé aujourd'hui dans la collection de modèles de l'École Polytechnique, permettait de constater et de mesurer la torsion d'un assez-gros arbre en fer forgé à l'état de mouvement continu et régulier. Sur la demande de mon vénéré et bien regretté ami Combes, j'ai donné, dans les *Annales des Mines*, une description assez développée du pandynamomètre appliqué à la mesure du travail des arbres de transmission.

» Tout récemment, j'ai eu l'idée d'appliquer le principe du pandynamomètre à un cas spécial, à la mesure de la flexion, et, par suite, à celle du travail des balanciers des machines à vapeur (ou tout autre moteur où un balancier est chargé de transmettre un travail). Les résultats obtenus ont été de prime abord aussi satisfaisants que possible.

» Le Mémoire descriptif et complet de l'appareil que j'ai construit et des expériences auxquelles je l'ai soumis paraîtra prochainement dans les Bulletins de la Société industrielle de Mulhouse. Cependant, comme cet instrument me semble de nature à intéresser toutes les personnes qui s'occupent de Mécanique appliquée, et même à les étonner, en ce sens qu'il renverse les idées qu'on se fait en général de la rigidité des matériaux, je

crois devoir donner de suite à l'Académie une description aussi claire du moins qu'il est possible de le faire sans figure.

» Sur l'arête supérieure du balancier d'une machine à vapeur, plaçons une règle rigide de même longueur. Lions solidement l'une des extrémités de cette règle à l'extrémité correspondante du balancier; laissons-la par son milieu poser de son propre poids sur le milieu du balancier; laissons l'autre extrémité libre. Il est évident que si le balancier, par suite des efforts auxquels il est soumis, fléchit dans un sens ou dans l'autre dans son plan vertical, son extrémité s'approchera ou s'éloignera de l'extrémité correspondante de la règle qui est inflexible et qui n'est soumise à aucun effort. La variation de la distance dépendra exclusivement de la grandeur et de la variation des efforts que subit à chaque instant le balancier, et, si nous parvenons à la déterminer, nous aurons bientôt, par une opération très-facile, la valeur de ces efforts à chaque point de la course du piston moteur. Rien de plus facile que cette détermination. A l'extrémité du balancier attachons un fil inextensible, faisons-le passer sur une poulie légère *portée* par l'extrémité libre de la règle; ramenons-le jusque vers le milieu de celle-ci, où nous l'enroulerons autour d'une autre poulie, et attachons enfin son extrémité à un ressort suffisamment tendu. Il est évident, d'après cette disposition si simple, que, dès que le balancier fléchira le moins du monde, notre fil inextensible, tiré ou lâché par la tête du balancier, se déroulera ou s'enroulera davantage sur la seconde poulie, qui tournera légèrement dans un sens ou dans l'autre. Aux flancs de cette poulie, fixons un bras très-léger dont nous réglerons la position initiale de telle façon qu'il soit horizontal quand le balancier, en repos et délivré de tout effort de flexion, est lui-même horizontal. A chaque flexion du balancier, nous verrons maintenant l'extrémité de notre bras décrire un arc de cercle plus ou moins grand au-dessus ou au-dessous de sa position initiale. L'amplitude de cet arc dépendra visiblement et directement : 1° de la grandeur de la flexion du balancier; 2° du rapport du rayon de la poulie à la longueur du bras qu'elle porte.

» Rien de plus facile maintenant que d'obtenir le diagramme de toutes les flexions successives qu'éprouve le balancier pendant une oscillation.

» Munissons notre bras d'un crayon dirigé perpendiculairement au plan des oscillations. Quels que soient les mouvements de tout le système, la pointe du crayon va se mouvoir dans un plan vertical parallèle à celui des oscillations du balancier. 1° Par suite de la flexion de ce dernier, le crayon décrira de bas en haut et de haut en bas des arcs de cercle dont les sinus

seront perpendiculaires à la grande règle rigide. 2° Mais le crayon est entraîné aussi par le mouvement du balancier même; indépendamment de la flexion, il décrit de gauche à droite et de droite à gauche des arcs de cercle qui ont pour centre l'axe horizontal du balancier. Pendant la marche de la machine, le crayon décrit à la fois ces deux systèmes d'arc dans l'espace, et, si nous lui présentons une feuille de papier, plane, verticale et parallèle au plan d'oscillation du système, il y tracera une courbe fermée dont les abscisses répondront aux diverses positions du balancier ou du piston moteur, et dont les ordonnées répondront à la flexion du balancier en chaque point de la course.

» D'après la description précédente, les abscisses et les ordonnées sont des arcs de cercle. Mais déjà en ce qui concerne les ordonnées, il est clair que, si notre bras ou porte-crayon est assez long, ou plutôt si les arcs qu'il décrit ne sont pas trop grands, nous pourrons, sans aucune erreur sensible, confondre les arcs avec les sinus (perpendiculaires à la crête de la règle rigide). En ce qui concerne les abscisses, un artifice très-simple permet de les rectifier. Supposons, en effet, que notre feuille de papier exécute dans son plan vertical, et autour d'un centre fixe, des oscillations dont l'amplitude angulaire soit à chaque instant la même que celle des oscillations du balancier. Une ligne droite tracée sur la feuille de papier parallèlement à la crête de notre grande règle restera parallèle dans toutes les positions de cette règle et du balancier. Notre crayon, au lieu d'arcs de cercle, tracera lui-même des lignes droites, si l'on suppose que la flexion du balancier reste invariable. Le résultat dont je parle s'obtient aisément sous forme expérimentale. Collons en effet notre feuille de papier sur une planchette rectangulaire, dont nous poserons le bord inférieur, très-bien dressé, sur le sommet de la règle rigide; mais, au lieu de laisser cette planchette *voyager* avec le balancier, retenons-la de façon que l'un quelconque des points de sa surface reste sur une même verticale. Il est clair que ce sera désormais la règle qui oscillera sous la planchette, ou *relativement* ce sera la planchette qui oscillera en *patinant* sur le sommet de la règle.

» En somme, nous obtenons maintenant un diagramme, ou une courbe fermée, dans laquelle nous pourrons tracer un système de coordonnées rectangulaires, dont les abscisses répondront aux diverses positions du piston et dont les ordonnées seront proportionnelles à la flexion du balancier.

» Voyons par quel procédé très-simple nous pouvons une fois pour toutes tarer ou titrer notre appareil une fois en place, de façon à savoir à quelle grandeur d'effort répond chaque ordonnée de nos diagrammes.

» Des expériences multiples, et connues depuis longtemps, ont démontré que la flexion de pièces d'acier, de fer, de fonte, etc., est rigoureusement proportionnelle à l'effort qui la produit, tant que cet effort n'est pas assez grand pour occasionner une altération définitive dans la forme du métal. Tout récemment, et à l'aide du pandynamomètre lui-même, j'ai d'ailleurs vérifié le fait. Supposons donc la machine en repos, fixons solidement le volant, de façon à l'empêcher de tourner, et puis donnons alternativement sur les deux faces du piston et à l'aide de la vapeur même une pression que nous constaterons à l'aide du manomètre à mercure, et que nous traduirons en kilogrammes. Le crayon du dynamomètre décrira un arc dont l'amplitude sera proportionnelle à la pression. En divisant la somme des pressions données des deux côtés du piston par cet arc, nous aurons la charge qui ferait parcourir au crayon un arc d'un mètre de développement. Cette charge nous servira désormais *d'unité* pour l'emploi des diagrammes. Pour avoir, à l'aide des diagrammes, la charge qui répond à chaque point de la course du piston, il suffira en effet de multiplier par notre unité de charge la moitié de l'ordonnée qui répond à ces points. En prenant la moyenne générale, on a l'effort moyen qu'a surmonté le piston, et l'on trouve par suite facilement le travail total de la vapeur.

» Des corrections assez nombreuses sont nécessaires pour arriver à des valeurs finales exactes, quant au travail moyen; mais elles sont toutes très-simples et à la portée de chacun. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur l'application de la théorie mathématique de l'élasticité à l'étude des systèmes articulés formés de verges élastiques.* Mémoire de M. MAURICE LÉVY, présenté par M. Tresca. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Morin, de Saint-Venant, Phillips, Tresca.)

« La plupart des constructions en bois ou en métal sont formées de pièces droites rigides, assemblées entre elles de façon à ne supporter que des forces élastiques dirigées dans le sens de leurs longueurs. Souvent la Statique pure suffit à calculer ces forces élastiques; d'autres fois les équations qu'elle fournit sont en nombre inférieur à celui des forces inconnues. On y supplée alors habituellement, soit par des hypothèses plus ou moins ar-

bitraires, soit par l'application des principes, eux-mêmes hypothétiques, de la Résistance des matériaux.

» Je me propose d'indiquer, d'une manière générale, dans quels cas la Statique suffit pour résoudre le problème, dans quels cas elle devient insuffisante, et de montrer comment alors les principes les plus élémentaires de la théorie mathématique de l'élasticité permettent, sans hypothèse aucune et très-simplement, de compléter les indications fournies par la Statique.

» De la méthode que nous exposerons, et dont nous faisons diverses applications, découleront quelques conséquences intéressantes relativement au célèbre problème des *solides d'égale résistance*.

» Voici d'abord la règle générale à laquelle je suis arrivé :

» Étant donnée une figure (plane ou non) formée par des barres articulées en leurs extrémités et aux points d'articulation desquelles est appliqué un système quelconque de forces les maintenant en équilibre, pour trouver les tensions développées dans les diverses barres on commence par écrire que chaque point d'articulation est séparément en équilibre sous l'action des forces extérieures qui y sont appliquées et des tensions des barres en nombre quelconque qui y aboutissent. Si l'on obtient ainsi autant d'équations distinctes qu'il y a de tensions inconnues, le problème est résolu par la Statique pure (1). Si l'on obtient k équations de trop peu, on peut être certain que la figure géométrique formée par les axes des barres contient k *lignes* surabondantes, c'est-à-dire k lignes de plus que le nombre strictement nécessaire pour la définir; que, par suite, entre les longueurs des lignes qui la composent, c'est-à-dire entre les longueurs des barres, il existe nécessairement k relations géométriques (c'est un problème de Géométrie élémentaire). Écrivez ces relations, différentiez-les en regardant toutes les longueurs qui y entrent comme variables; remplacez les différentielles par des lettres représentant les allongements élastiques des barres; remplacez à leur tour ces allongements élastiques par leurs expressions en fonction des tensions et des coefficients d'élasticité des barres (2); vous aurez ainsi k nouvelles équations auxquelles devront satisfaire ces tensions et qui,

(1) Lamé l'a examiné dans ce cas particulier. (*Leçons sur la théorie mathématique de l'élasticité.*)

(2) Au moyen de la formule élémentaire qui exprime que l'allongement d'une barre par unité de longueur est égal à sa tension par unité de surface, multiplié par l'inverse du coefficient d'élasticité de la barre.

avec les équations déjà fournies par la Statique, formeront un total égal à celui des tensions à déterminer.

» Ayant les tensions on en déduit (ce n'est plus qu'une question de Géométrie élémentaire) les allongements élastiques des barres; par suite, les altérations des angles qu'elles forment entre elles, en un mot, la forme nouvelle qu'affectera la figure après qu'elle aura subi la déformation élastique. Cette forme connue, on en pourra conclure les composantes suivant des axes de coordonnées des déplacements élastiques de chacun des points du système.

» A l'aide des déplacements élastiques, on peut ensuite exprimer les sujétions, s'il y en a, auxquelles la figure aurait été soumise : telles que nécessité pour certains points de rester fixes ou de se mouvoir sur des surfaces données, etc., et trouver les réactions des appuis.

» De même, une fois obtenues les projections, sur trois axes, des déplacements élastiques dans l'état d'équilibre, on conclut immédiatement, par application du principe de d'Alembert, les équations qui régissent les petits mouvements vibratoires de la figure lorsqu'elle oscille autour de sa position d'équilibre.

» Je donne des applications de ces diverses questions.

» Enfin on peut se proposer de déterminer les sections des diverses barres, de façon que, dans leur ensemble, elles forment un *solide d'égale résistance*, c'est-à dire que, si elles sont composées de la même matière, chacune d'elles supporte même tension ou même pression pour unité de surface, et, si elles sont composées de matières différentes, chacune d'elles supporte même tension ou même pression par unité de surface et par *unité de coefficient d'élasticité*.

» On a, pour résoudre cette question, autant d'équations que de tensions et de sections inconnues. Il semble donc que le problème doive être, en général, possible et déterminé. On ne voit même *a priori* aucune raison pour qu'il ne le soit pas toujours. Cependant il n'en est rien, et voici les conséquences auxquelles nous arrivons :

» I. Les sections d'un système de barres peuvent toujours être déterminées de façon à former un solide d'égale résistance, et le peuvent d'une seule manière, pourvu que le système remplisse les conditions suivantes: 1° de ne contenir aucune ligne surabondante; 2° d'être assujetti dans ses déplacements à six conditions au plus, s'il s'agit d'une figure de l'espace, et à trois au plus, s'il s'agit d'une figure plane se déformant dans son plan.

» II. Un système de barres contenant k lignes surabondantes ne peut pas être constitué en solide d'égale résistance ou le peut d'une k^{tuple} infinité de manières; c'est-à-dire que les sections de k barres peuvent être prises arbitrairement; pourvu que les sections des autres barres soient choisies convenablement, toutes les barres, sans exception, subiront les mêmes efforts.

» C'est là un résultat assez inattendu.

» III. Un tel système ne peut généralement pas être édifié en solide d'égale résistance, lorsque certaines de ses barres subissent des tensions et d'autres des pressions; il le peut toujours d'une k^{tuple} infinité de manières, lorsque toutes les barres subissent des forces élastiques de même nature, soit tensions, soit pressions.

» IV. Dans ce dernier cas, si les barres sont toutes formées de la même matière, le poids total de matière employée est indépendant de la façon dont on a choisi les k sections pouvant être prises arbitrairement; et si les barres sont formées de matières différentes, c'est la somme des produits des volumes des barres par leurs coefficients d'élasticité qui demeure constante, c'est-à-dire indépendante des k sections dont il s'agit.

» J'ai ensuite étudié en détail les conditions moyennant lesquelles une poutre triangulée, reposant sur un nombre quelconque d'appuis, peut être constituée en solide d'égale résistance. Cela m'a conduit à de nouveaux théorèmes que l'espace restreint dont je dispose ne me permet pas de rapporter ici. Je dirai seulement qu'ils sont en désaccord avec les résultats qu'on déduit habituellement de la Résistance des matériaux, ce qui tient non-seulement aux hypothèses sur lesquelles repose cette science, mais aussi et surtout à ce qu'on y étend, sans légitimité, aux pièces à sections variables des formules établies seulement pour des pièces prismatiques.

» En tous cas, il résulte de ce qui précède qu'on doit employer dans les constructions des systèmes contenant *tout juste* assez de pièces pour être *géométriquement* indéformables et non des systèmes surchargés de pièces surabondantes; que, par exemple, la poutre simplement triangulée se prête à un meilleur emploi de la matière que la poutre à croix de Saint-André et surtout que la poutre à treillis, si usitée chez nous et à laquelle on a à peu près renoncé aux États-Unis. Cette dernière pièce, outre qu'elle ne peut pas être établie en forme de solide d'égale résistance, a bien d'autres inconvénients encore que l'on peut établir par des considérations d'ordre pratique et que j'énumère dans mon Mémoire.

» De même, une poutre reposant simplement sur deux appuis est, en principe, meilleure que les poutres à travées solidaires; et *généralement*

les systèmes satisfaisant à la double condition : 1° de contenir tout juste le nombre de barres nécessaires à l'invariabilité sans contenir aucune barre surabondante; 2° d'être assujettis dans leurs déplacements à six conditions au plus dans l'espace, ou à trois au plus dans le plan, sont ceux que la théorie mathématique de l'élasticité indique comme permettant d'obtenir, à poids égal de matière employée, la plus grande résistance possible. Cela revient à dire que les systèmes les plus simples de constitution et les plus faciles à calculer sont aussi, en général, les meilleurs. Il y a à cette règle des exceptions, que nous donnons le moyen de découvrir toutes les fois qu'elles ont lieu. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *Recherches sur la composition chimique des eaux thermominérales de Vichy, de Bourbon-l'Archambault et de Néris (Allier), au point de vue des substances habituellement contenues en petite quantité dans les eaux;* par M. DE GOUVENAIN. (Extrait par l'auteur.)

« EAUX DE VICHY. — *Iode et brome.* — Des chimistes distingués, M. O. Henri entre autres, prétendent avoir nettement constaté la présence des bromures et des iodures dans l'eau de Vichy; mais, dans un Ouvrage publié en 1855 et couronné par l'Académie des Sciences, M. Bouquet a émis un doute sérieux sur l'opinion de ses prédécesseurs; il y avait donc un véritable intérêt à reprendre cette étude.

» L'évaporation de l'eau minérale s'effectue, sur une très-grande échelle, dans les laboratoires annexés à l'établissement thermal de Vichy, pour l'extraction des sels solubles destinés aux usages médicaux; on a examiné avec avantage des eaux mères très-chargées, provenant de cette opération. Si, à une petite quantité de ces liquides, on ajoute de l'amidon et de l'acide azotique, on obtient une coloration bleue très-énergique, caractéristique de la présence de l'iode. En ajoutant une solution de nitrate d'argent, en quantité insuffisante pour précipiter les chlorures, on obtient un précipité jaune pâle, qui se colore en rouge brun au contact de l'eau de chlore. La liqueur se décolore par addition de potasse, et si, après l'avoir légèrement sursaturée par l'acide azotique, on y ajoute de l'amidon en poudre et de l'eau de chlore concentrée, l'amidon se colore énergiquement en jaune, réaction caractéristique de la présence du brome.

» En traitant de même par le nitrate d'argent le produit de la concentration de 5 litres d'eau de la source de la Grande-Grille, on a nettement reconnu la présence du brome dans le précipité, mais on n'a pu y constater

aucune trace d'iode. Le brome a été dosé avec le nitrate d'argent, par la méthode de la précipitation incomplète et d'après la variation de poids du précipité dans le chlore gazeux à la température rouge. On a obtenu ainsi :

Par litre d'eau mère provenant de la cristallisation du carbonate de soude, brome.	gr 0,195
Par litre de liqueur provenant d'un résidu de concentration de l'eau mère précédente, brome..................	1,140
Par litre d'eau de la Grande-Grille, telle qu'elle sort de la source, brome.......	0,0008

» L'iode est en quantité très-faible, même dans l'eau mère la plus chargée, et il ne peut être par conséquent l'objet d'aucun dosage certain.

» *Fluor.* — Aucune analyse, à notre connaissance, ne signale la présence du fluor dans l'eau de Vichy; M. Bouquet dit l'avoir vainement recherché dans un dépôt ancien du Puits-Carré. En traitant, par les méthodes connues, de l'eau mère très-concentrée, nous avons obtenu un précipité de fluorure de calcium, bien constaté pour tel, tant par son action sur le verre que par sa composition en poids, et correspond par litre à 0gr,583 de fluor.

» Traitée directement, l'eau de la Grande-Grille a été reconnue contenir 0gr,0076 de fluor par litre. En soumettant à l'action de l'acide sulfurique, sans autre préparation, une très-petite quantité de sels provenant de l'évaporation de cette eau, on peut d'ailleurs graver sur le verre en caractères bien reconnaissables.

» On a nettement constaté dans les eaux mères la présence du bore, de l'arsenic, du plomb, du cuivre et de l'acide azotique.

» En traitant l'eau mère par le bichlorure de platine, le précipité a donné, par la méthode spectrale, des réactions très-nettes du cœsium et du rubidium, mais ces corps se trouvent en proportion très-faible par rapport au potassium.

» *Recherches sur les dépôts des eaux.* — Le dépôt calcaire de la Grande-Grille renferme de l'arsenic, du plomb, du cuivre, du cobalt, du zinc en proportion très-notable, de l'alumine et des traces de manganèse. On n'y a pas rencontré de fluor, parce que ce métalloïde est probablement contenu, dans l'eau minérale, non pas à l'état de fluorure de calcium en dissolution à la faveur de l'acide carbonique, mais à l'état de fluorure alcalin.

» Outre un dépôt calcaire compacte, cette même source produit une boue ferrugineuse, qui est un véritable sous-arséniate de fer : il suffit, en effet, d'une pincée de cette matière pour donner, avec l'appareil de Marsh, assez de taches arsénicales pour couvrir toute la surface d'une assiette de porcelaine.

» Les mêmes corps ont été constatés dans les dépôts de la source de Vaisse, qui émerge par un tube en tôle, sans plomb ni zinc, de telle sorte qu'ils sont bien originaires de l'eau minérale et qu'ils ne proviennent point des tuyaux de conduite.

» Le dépôt calcaire de la source de l'Hôpital a donné beaucoup d'arsenic, des traces de cuivre, mais pas de plomb.

» Dans l'arragonite rayonnée qui forme la roche des Célestins, on a trouvé du plomb, du cuivre, de très-notables proportions d'acide phosphorique, point d'arsenic, ni de zinc, ni de cobalt.

» Eaux de Bourbon-l'Archambault. — *Iode et brome.* — On a constaté la présence de l'iode dans cette eau, sur le produit de 100 litres, réduits par l'évaporation à $\frac{1}{2}$ litre environ, mais sans obtenir, avec l'amidon et l'acide azotique, autre chose qu'une teinte rosée, caractéristique de traces infiniment petites de ce métalloïde. Les conferves qui se développent spontanément dans l'eau thermale sous l'influence de la lumière et de la chaleur ont donné une réaction iodifère excessivement énergique.

» Dans le même produit de concentration, on a nettement décelé le brome par le chlore et l'éther, et, en opérant pour dosage sur 25 litres d'eau minérale, on a trouvé par litre $0^{gr},00684$ de ce métalloïde, c'est-à-dire huit fois et demie plus que dans l'eau de Vichy.

» *Fluor.* — On grave nettement sur le verre avec une très-petite quantité de sels solubles de l'eau de Bourbon-l'Archambault. On a trouvé dans cette eau $0^{gr},00268$, soit près de 3 milligrammes de fluor par litre.

» A l'aide du spectroscope, on y a reconnu la présence de traces de cœsium et de rubidium.

» *Dépôts des eaux.* — Les dépôts calcaires compactes contiennent du fer, du manganèse, de la magnésie et des traces de strontiane. On trouve sur les parois du réservoir principal de la source un dépôt boueux, de couleur brune, très-fortement manganésifère, où l'on a constaté nettement la présence de traces d'arsenic.

» Eaux de Néris. — *Iode et brome.* — La présence de l'iode a été nettement constatée dans les conferves, et l'on a pu obtenir, avec le produit de l'évaporation d'un seul litre d'eau, une réaction bromifère parfaitement nette; mais on n'a point fait de dosage.

» *Fluor.* — Avec les sels solubles de l'eau de Néris, on grave aussi sur le verre, mais d'une façon bien plus énergique qu'avec les eaux de Vichy et de Bourbon-l'Archambault. En opérant sur 100 litres, on a trouvé par litre d'eau $0^{gr},00614$ de fluor, résultat qui doit être considéré comme mi-

nimum. Cette quantité correspond à $0^{gr},01375$ de fluorure de sodium, et comme l'eau de Néris ne contient, d'après les analyses de Berthier, que $0^{gr},83$ de sels solubles par litre, on voit que le fluorure de sodium y existerait dans la proportion de 1,6 pour 100.

» Le fluor joue donc ici un rôle minéralisateur très-important, et nous ne croyons pas qu'il ait jamais été signalé en aussi forte proportion dans aucune eau minérale.

» En résumé, les eaux de Vichy, de Néris et de Bourbon-l'Archambault contiennent certainement de l'iode; mais la proportion en est excessivement faible. On y trouve surtout du brome en quantité parfaitement dosable.

» Le rôle du fluor dans ces eaux, comme agent minéralisateur, est beaucoup plus important qu'on ne l'avait soupçonné jusqu'ici; l'eau de Néris surtout est très-remarquable sur ce point.

» Ces mêmes eaux ou leurs dépôts renferment une foule de corps, comme l'arsenic, le zinc, le plomb, le cuivre, etc., qui en attestent l'extrême complication, et dont la présence servira peut-être à éclaircir un jour les causes de leurs propriétés thérapeutiques. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Examen des différences présentées par le spectre de la chlorophylle selon la nature du dissolvant.* Note de M. J. CHAUTARD.

(Commissaires : MM. Dumas, Fremy, Edm. Becquerel.)

« Bien que l'action des dissolvants ait été indiquée par les divers savants qui se sont occupés dans ces derniers temps, en Allemagne (1), du spectre de la chlorophylle, je crois nécessaire, pour compléter mes recherches, de décrire un certain nombre de faits, passés jusqu'ici sous silence, et se rapportant à cette question.

» La chlorophylle n'est pas absolument insoluble dans l'eau; celle-ci peut en retenir quelques millièmes, fait facile à constater par l'apparition de la bande noire spécifique du rouge. Cette solution, faite à froid à l'aide de feuilles de lierre par exemple, résiste à l'ébullition et à un repos prolongé de plusieurs semaines dans l'obscurité.

» Si l'eau, au lieu de la neutralité qui lui est propre, est rendue acide ou alcaline, elle se comporte différemment. Dans le premier cas, toute trace de solubilité disparaît, et la chlorophylle altérée, reprise par l'alcool, donne

(1) Ces recherches sont spécialement relatives aux altérations que les solutions de chlorophylle éprouvent, soit d'une manière spontanée, soit sous l'influence des acides.

au prisme les effets connus. Dans le second cas, la matière verte se dissout en assez grande quantité, et son spectre subit cette modification si remarquable et si caractéristique que j'ai indiquée dans une Communication antérieure, à savoir le dédoublement de la raie spécifique.

» Les solutions de chlorophylle dans l'alcool, l'éther, le chloroforme s'opèrent très-bien à froid, sont d'un beau vert émeraude et donnent, dans la première région du spectre, les quatre raies ordinaires dont les teintes vont en dégradant du rouge au bleu, avec des intensités qui varient selon l'épaisseur ou l'étendue de la solution.

» Les essences de basilic, de menthe, d'hysope, de lavande forment des solutions d'une très-belle couleur, qui donnent les mêmes apparences spectrales que les liquides précédents, pourvu toutefois que ces huiles soient bien neutres; si elles sont anciennes, leur légère acidité produit sur la chlorophylle des altérations, qui ne tardent pas à se traduire par des bandes d'un tout autre aspect, et qui rappellent celles de la chlorophylle traitée par les acides.

» Les huiles minérales dissolvent d'autant moins la matière verte que leur point d'ébullition est plus élevé, mais, en revanche, elles retiennent infiniment mieux la matière jaune; aussi ces dernières solutions laissent-elles apparaître les bandes extrêmes du bleu et de l'indigo, sans qu'il soit nécessaire de recourir à un très-fort éclairage. C'est en se fondant sur la différence de solubilité de ces deux matières que les chimistes allemands s'appuient pour en opérer la séparation.

» La solution de chlorophylle dans le sulfure de carbone est d'une couleur olive foncé, et, sous une certaine épaisseur, ne laisse passer que du rouge et du jaune. Sous une épaisseur moindre, on voit apparaître quatre bandes très-distinctes, l'une dans le rouge, de 18 à 25 degrés (1); une deuxième dans l'orangé, de 32 à 35 degrés; une troisième très-faible, vers 45 degrés, à la naissance du vert; enfin une dernière très-apparente au milieu du vert, à 55 degrés, suivie à 65 degrés d'une extinction totale. Si l'épaisseur diminue plus encore, une large bande noire, s'étendant de 65 à 75 degrés, sépare le vert du bleu; puis, au delà de 80 à 85 degrés, l'absorption des couleurs est complète. Dans les mêmes conditions, la bande du rouge est suivie, du côté de l'orangé, d'une pénombre de même largeur qu'elle, et la raie, entre le jaune et le vert, a disparu, de telle sorte

(1) Je suppose toujours le spectroscope réglé de manière que la raie de la soude touche au n° 40 du micromètre.

que, malgré l'apparition d'une nouvelle bande, à la limite du vert, leur nombre reste le même, c'est-à-dire de quatre.

» Parmi les dissolvants de la chlorophylle, on doit encore citer les corps gras et particulièrement les huiles. Toutefois, avant de se prononcer sur les propriétés spectrales de semblables solutions, il importe de reconnaître les caractères optiques que les huiles présentent naturellement. Or, à ce point de vue, nous pouvons établir dans ces corps deux catégories bien distinctes : l'une comprenant les huiles complétement inactives au prisme (huiles de ricin, d'amandes, de noisette, d'arachide, beurre de muscade et de cacao); la seconde renfermant les huiles qui, sous une épaisseur plus ou moins grande, donnent lieu à une absorption de couleurs prismatiques (huiles d'olive, de colza, de lin, de laurier). Les huiles de faine, de chènevis, d'œillette, de palme ne sont pas complétement dénuées de pouvoir absorbant sur le rouge, mais ont besoin, pour l'exercer, d'être observées sous une assez grande épaisseur. Ces bandes sont dues à la présence de la chlorophylle, soit dans l'enveloppe charnue du fruit. comme l'olive, soit dans les cotylédons de la graine.

» Je me suis assuré, du reste, que tous ces fruits ou graines, traités directement par l'alcool, donnent une liqueur dont les propriétés spectrales correspondent à celles de leur huile. Cependant l'alcoolature d'olive offre parfois (pas constamment) une particularité saillante qui ne doit point être négligée : c'est l'aspect d'une double raie noire dans le rouge, analogue à celle qui est développée par les alcalis. Or, si l'on réfléchit que les olives que nous mangeons sur nos tables n'ont point atteint leur dernier degré de maturité, qu'elles ont, au moment où on les récolte, une saveur amère et désagréable qu'on corrige en les faisant macérer dans une saumure, avec différentes plantes aromatiques, et aussi après les avoir laissées quelque temps dans une eau alcaline (ordinairement une lessive de cendres), nous aurons l'explication naturelle de ce fait. Au contraire, l'huile extraite des fruits parvenus à leur terme de maturité devra présenter la raie du rouge dans son état normal, simple et non dédoublée, quelle que soit d'ailleurs l'épaisseur de la couche traversée par le rayon lumineux; ce que l'expérience confirme.

» La chlorophylle des feuilles sèches semble se trouver, relativement aux huiles, dans des conditions de solubilité qui, au premier abord, diffèrent de celles de la chlorophylle fraîche. Cela tient, dans ce dernier cas, à la présence de l'eau de végétation, dont il faut avoir soin de se débarrasser par une lixiviation préalable de la plante avec le liquide dissolvant,

opération d'autant plus nécessaire que l'action de ce véhicule sera moins rapide.

» Quoi qu'il en soit, ces sortes de solutions ont une teinte verte magnifique, ainsi qu'on en peut juger par les huiles médicinales de ciguë, de belladone et autres, préparées, soit avec la plante sèche, soit avec le végétal frais. De plus, elles jouissent d'une inaltérabilité remarquable de la part des rayons lumineux, tant sous le rapport de la teinte que sous le rapport des apparences spectrales, fait qui a son importance en Physiologie végétale, puisqu'il permet d'expliquer comment, à la faveur de certaines matières grasses ou résineuses, la chlorophylle des végétaux à feuilles persistantes se trouve préservée d'une combustion rapide pendant l'arrière-saison. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *De l'insalubrité des eaux qui alimentent Versailles.* Mémoire de M. **E. Decaisne**, présenté par M. Larrey. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Dumas, Peligot, Belgrand.)

« Dans le courant de février 1873, une épidémie intense de diarrhée se déclara à Versailles, et des plaintes nombreuses arrivèrent de tous côtés à l'administration, sur l'insalubrité des eaux publiques. L'autorité chargea le conseil d'hygiène de Seine-et-Oise et le médecin des épidémies de l'arrondissement de lui adresser plusieurs Rapports à ce sujet. Désirant, de mon côté, élucider cette grave et intéressante question d'hygiène, je résolus d'aller l'étudier sur les lieux mêmes.

» Des travaux du conseil d'hygiène de Seine-et-Oise, sur l'état des eaux publiques de Versailles pendant le premier trimestre de 1873, du Rapport du médecin des épidémies, du tableau des causes des décès, des recherches et des études auxquelles je me suis livré, des données que fournit la science de l'hygiène, de tous les documents enfin qui sont analysés dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, je crois pouvoir tirer les conclusions suivantes :

» 1° L'infection de la Seine par les grands égouts collecteurs constitue, pour les eaux d'alimentation de la ville de Versailles, un danger sérieux et permanent, qu'il est du devoir de l'administration de conjurer au plus vite.

» 2° Quoique exceptionnelles, les causes d'insalubrité des eaux d'étangs fournissant de l'eau à Versailles peuvent se renouveler et causer le plus grave préjudice à la santé publique; l'administration doit se hâter de pourvoir à leur purification, par tous les moyens indiqués par la science.

» 3° Tout en tenant compte des exagérations qui se produisent ordinairement dans ces occasions, et en reconnaissant les difficultés que présente la détermination précise des causes des endémies attribuées aux eaux publiques; en faisant d'ailleurs la part des coïncidences nombreuses qui empêchent si souvent de formuler un jugement certain sur un pareil sujet; enfin, tout en admettant que, dans le cours de l'épidémie de diarrhée qui sévit à Versailles, le chiffre des décès n'offre rien d'inquiétant, je pense qu'il est impossible de nier l'influence des eaux insalubres sur la santé publique dans la ville de Versailles, pendant les premiers mois de 1873. »

VITICULTURE. — *Observations sur le réveil du* Phylloxera, *au mois d'avril* 1873. Extrait d'une Lettre de M. FAUCON à M. Dumas.

« Depuis ma dernière Communication (1), j'ai continué mes recherches. Je les ai faites plus fréquentes, les renouvelant tous les deux ou trois jours, afin de pouvoir déterminer exactement le moment précis où le *Phylloxera* sort de son engourdissement hivernal, grossit et commence à pondre. Comme je le pratique toujours, ces recherches ont été faites sur des souches arrachées sous mes yeux. Voici le résultat très-succinct de mes observations.

27 *mars.* — Très-peu de *Phylloxera*, mais presque tous vivants, toujours engourdis.

1er *avril.* — L'insecte commence à s'éveiller. Il ne grossit pas encore.

3 *avril.* — Réveil plus manifeste et plus général, sans grossissement.

6 *avril.* — L'insecte commence à grossir, quelques-uns ont doublé en volume. Je remarque que, à mesure qu'ils sortent de leur sommeil et qu'ils grossissent, les *Phylloxera* perdent la teinte cuivrée qu'ils avaient pendant l'hiver et reprennent la nuance jaune franc qu'ils conservent probablement jusqu'à l'époque où ils pondent et revêtent la couleur jaune brun.

9-11-13 *avril.* — Pas d'autres changements dans l'état de l'insecte que la continuation progressive de son grossissement.

15 *avril.* — Je trouve des *Phylloxera* énormément gros, un grand nombre de grosseur moyenne et quelques-uns encore relativement petits : tous jaune clair.

18 *avril.* — J'ai trouvé des femelles pondeuses et des œufs.

22 *avril.* — Je vois aujourd'hui sur une racine quelques sujets très-petits, de forme allongée, d'un jaune vif, non fixes, et cheminant pour choisir l'endroit où ils doivent enfoncer leur suçoir. *Ce sont des nouveau-nés, les premiers de la saison.* »

M. DUMAS fait remarquer que les observations de M. Faucon viennent confirmer celles que M. Max. Cornu a communiquées à l'Académie dans

(1) *Comptes rendus*, 24 mars 1873, t. LXXVI, p. 766.

ses dernières séances; ce dernier ayant reconnu de plus que la cause du changement de couleur, d'aspect et de dimension de l'insecte tient à la mue qui coïncide avec son réveil.

M. Dumas insiste sur l'enseignement à tirer des observations de MM. Cornu et Faucon, c'est-à-dire l'opportunité de commencer, dans les premières semaines d'avril, ou même un peu avant, l'application des moyens d'attaque dont on veut faire usage contre le *Phylloxera*.

M. E. Duchemin soumet au jugement de l'Académie une Note portant pour titre : « Des pôles contraires dans l'aimantation, et de l'annihilation de la puissance des pôles extrêmes; application à faire au galvanomètre ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Jamin.)

M. Gallot soumet au jugement de l'Académie un travail sur le problème de la trisection de l'angle, travail pour lequel il demande « l'indulgence de l'Académie, si, comme tant d'autres, il n'a fait qu'approcher de la solution ».

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. J. Bieau adresse une Note relative à son projet de navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. A. Brachet adresse diverses Notes relatives à des perfectionnements du miscroscope.

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie une Lettre de M. le général *de Fligeli*, au nom de l'Association internationale géodésique européenne, pour l'inviter à désigner quelques-uns de ses Membres pour la représenter dans cette Association.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée pour la question de la nouvelle détermination de la méridienne de France par le Dépôt de la Guerre, Commission qui se compose des Membres des Sections de Géométrie, d'Astronomie et de Géographie et Navigation.)

M. MULSANT, nommé Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. DIDION, nommé Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. DU MONCEL prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, devenue vacante par la démission de M. le comte *Jaubert*.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. N. JOLY prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place de Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, devenue vacante par le décès de M. *Pouchet*.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux cahiers de l'Annuaire météorologique des Pays-Bas, publiés par l'Institut royal météorologique ;

2° Un ouvrage de M. *F. Hoefer*, portant pour titre : « Histoire de la Zoologie depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours ». (Renvoi au Concours de Statistique.)

3° Deux opuscules de M. *Hébert*, intitulés : « Ondulations de la craie dans le bassin de Paris », et « Nouveaux documents relatifs à l'étage tithonique et à la zone à *Ammonites polyplocus* ».

4° Un Mémoire de M. *Edm. Perrier*, sur l'organisation des Lombriciens terrestres. (Renvoi à la Commission du prix de Physiologie expérimentale.)

M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale également une Carte du fleuve Paraguay, depuis l'embouchure jusqu'à l'Assomption, dressée par M. *Mouchez*. L'auteur accompagne l'envoi de cette carte de la Lettre suivante :

« Je viens de dresser cette Carte à l'aide des documents et des observations recueillis pendant mes trois voyages à l'Assomption dans les années 1858 et 1860. Elle n'a pas été publiée plus tôt, parce que le Président de la République du Paraguay, se fondant sur ce que

ce levé avait été fait sans son autorisation, me demanda de ne pas publier un document qui, en cas de guerre avec une nation étrangère, pouvait être nuisible pour son pays. Cette guerre a eu lieu; le Président du Paraguay y a perdu la vie; le pays est aujourd'hui ouvert à la navigation étrangère : la publication de cette Carte n'a donc plus aucun inconvénient. Elle est la réduction au tiers de la carte originale.

« J'avais levé également le fleuve Parana; mais les changements considérables que subit ce fleuve d'une année à l'autre rendent ce travail trop peu utile, pour la navigation et la géographie, pour qu'il soit publié. »

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses découvertes et observées à l'Observatoire de Marseille.* Note de M. E. STEPHAN, présentée par M. Le Verrier.

Positions moyennes pour 1872,0.

Étoile de comp.	Ascension droite.	Dist. polaire.	Description sommaire.
	h m s	° ′ ″	
a	17. 8.43,47	49.35.12,7	e.e.F; étoile 13e précède de 0s,5 (à peine observable).
b	19.13. 1,20	44.13.29,5	e.e.F (à peine observable).
c	20.29.39,26	95. 3.43,6	e.e.F; m.E; vap.; i.R; lég. cond. au c.
d	21.15.39,42	51.22.12,1	e.P; e.F; R; étoile excessivement petite se projette sur la nébuleuse près du centre.
e	21.35. 8,32	97.17.28,6	e.e.P; e.e.F; R; cond. au c.
f	21.38.13,63	94.11.26,4	e.P; e.F; R; cond. au c., mais pas de P.B.
g	21.56.51,38	79.24.33,9	t.P; t.F; R; g.B.M.
h	22. 6. 1,66	51.54.33,7	e.P; e.F; R; lég. cond. au c.
h	22. 6.18,68	51.55.57,3	e.P; e.F; R; lég. cond. au c. (un peu moins faible que la précédente).
i	22. 9.58,40	71.24.17,1	t.F; I; E du S au N (1′ sur 0′,3); étoile 10e en contact au S.
k	22.10.15,95	74. 9.57,9	e.e.P; e.e.F; R; cond. au c.
l	22.22.32,07	60.21.41,8	P; e.e.F; Ov; lég. cond. au c.; petite étoile projetée près du bord.
m	22.29.41,06	55.51.16,1	e.e.P; e.F; R; cond. au c.
n	22.32.24,05	55. 9.55,7	e.P; e.F (à peine observable); vap.; lég. cond. au c.
n	22.32.55,30	55. 7.27,2	e.e.P; e.e.F; I; all.; cond. excentrique.

Abréviations.

e.P......	Excessivement petite.	t.P......	Très-petite.
e.e.P....	Excessivement excessivement petite.	t.F......	Très-faible.
e.F......	Excessivement faible.	R........	Ronde.
e.e.F....	Excessivement excessivement faible.	i.R......	Irrégulièrement ronde
E........	Étendue.	I........	Irrégulière.
m.E.....	Modérément étendue.	g.B.M....	Graduellement brillante des bords au centre.
vap......	Aspect vaporeux.	P.B......	Point brillant.
cond. au c.	Condensation au centre.	Ov.......	Ovoïde.
all.......	Allongée.		

Étoiles de comparaison.

(Positions moyennes adoptées pour 1872,0).

		Ascension droite.	Distance polaire.
		h m s	° ′ ″
a	93 W. H. XVII (8. 9) N. C....	17. 4.34,74	49.40. 9,4
b	2852 Arg Z + 45° (9. 4)........	19. 8.35,00	44.11.25,8
c	697 W. H. XX (9) A. C........	20.28.22,59	95. 1.56,1
d	311 W. H. XXI (9) N. C.......	21.13.54,35	51.22.34,2
e	778 W. H. XXI (8) A. C.......	21.33.36,40	97.23.31,5
f	730 W. H. XXI (9) A. C..	21.31.58,74	94. 9.29,6
g	4677 Arg. Z + 10° (9. 0)........	21.55.48,20	79.28. 8,3
h	4697 Arg. Z + 38° (9. 3)........	22. 4.46,80	51.53. 7,5
i	43557 Lalande (8)...............	22.12.54,35	71.21. 9,4
k	218 W. H. XXII (7. 8) A. C....	22.11.53,49	74.14.57,0
l	354 W. H. XXII (8) N. C......	22.16.41,26	60.17.16,6
m	4721 Arg. Z + 34° (9. 5)........	22.29. 3,90	55.48 28,0
n	791 W. H. XXII (9) N. C......	22.34.27,21	55. 6.31,1

GÉOMÉTRIE. — *Sur les caractéristiques, dans la théorie des coniques, sur le plan et dans l'espace, et des surfaces du second ordre.* Note de M. **Halphen**, présentée par M. Chasles.

« D'après un théorème bien connu, le nombre des surfaces du second ordre, faisant partie d'un système, et qui satisfont à une condition donnée, est représenté par $\alpha\mu + \beta\nu + \gamma\rho$, les *coefficients* α, β, γ ne dépendant que de la condition, et les nombres μ, ν, ρ étant les *caractéristiques* du système. M. Chasles a appelé *module* de la condition cette expression $\alpha\mu + \beta\nu + \gamma\rho$, où les caractéristiques μ, ν, ρ sont censées indéterminées, et a donné (*Comptes rendus*, t. LXII, p. 405) une formule remarquable où le nombre des surfaces qui satisfont à neuf conditions est exprimé en fonction des coefficients α, β, γ des modules de ces conditions.

» Il est facile de montrer, soit directement, soit par cette formule même, que le nombre qu'elle représente peut être mis symboliquement sous la forme d'un produit de facteurs. Ces facteurs seront les modules des conditions où l'on remplacera μ, ν, ρ respectivement par p, d, P. Que l'on fasse le produit des neuf facteurs tels que $\alpha p + \beta d + \gamma \mathrm{P}$, et que l'on convienne de remplacer, dans ce produit, chaque symbole $(p^i d^j \mathrm{P}^{9-i-j})$ par le nombre des surfaces qui passent en i points, touchent j droites et $(9 - i - j)$ plans, on obtiendra précisément la formule dont il s'agit.

» L'emploi des mêmes symboles permet de réunir toutes les propositions de la théorie des caractéristiques dans les coniques et les surfaces du second ordre de la manière suivante :

» 1° Coniques dans le plan. — Théorème I. *Pour les coniques dans le plan, toute condition multiple d'ordre π peut être caractérisée par un polynôme homogène et de degré π, à deux variables p, d, nommé module. Si l'on remplace, dans ce polynôme, chaque symbole $(p^i d^{\pi-i})$ par le nombre des coniques qui passent en i points, touchent $\pi - i$ droites et satisfont à une autre condition multiple, d'ordre $5 - \pi$, le résultat de cette substitution est le nombre des coniques qui satisfont à ces deux conditions multiples.*

» On doit remarquer que, si π dépasse 2, les coefficients du module renferment des arbitraires, grâce auxquelles on peut réduire ce module à trois termes si π est égal à 3, et à deux termes si π est égal à 4.

» Théorème II. *Le module d'une condition composée est le produit des modules des conditions composantes.* Et, en particulier, *le nombre des coniques qui satisfont à des conditions, dont la somme des ordres de multiplicité est égale à 5, est représenté par le produit symbolique des modules de ces conditions, dans lequel chaque symbole $(p^i d^{5-i})$ est remplacé par le nombre des coniques qui passent en i points et touchent $5 - i$ droites.*

» *Exemple:* Soit la condition double *de toucher deux fois une conique.* Le module de cette condition est (Chasles, *Comptes rendus*, t. LIX, p. 352) :

$$m_2 = \frac{1}{2}(2p^2 - pd) + d^2.$$

Soit aussi la condition triple de *surosculer une conique*. Le module de cette condition est (Chasles, *loc. cit.*, p. 356)

$$m_3 = \frac{1}{2}(2p^3 - p^2 d) + pd^2.$$

Le nombre des coniques qui satisfont à ces deux conditions est

$$m_2 m_3 = p^5 - p^4 d + \frac{9}{4} p^3 d^2 - p^2 d^3 + pd^4 = 6,$$

à cause des relations

$$p^5 = 1, \quad p^4 d = pd^4 = 2, \quad p^3 d^2 = p^2 d^3 = 4.$$

» 2° Surfaces du second ordre. — Théorème III. *Toute condition multiple d'ordre π peut être caractérisée par un polynôme homogène et de degré π à trois variables p, d, P, nommé* module. *Si l'on remplace dans ce polynôme chaque symbole $[p^i d^j P^{(\pi-i-j)}]$ par le nombre des surfaces qui passent en i points, tou-*

chent j droites et $(\pi - i - j)$ plans, et satisfont à une autre condition multiple d'ordre $(9 - \pi)$, le résultat de cette substitution est le nombre des surfaces qui satisfont à ces deux conditions multiples.

» On doit remarquer que, si π dépasse 4, les coefficients du module renferment des arbitraires, grâce auxquelles on peut le réduire au même nombre de termes que le module de degré $(9 - \pi)$.

» THÉORÈME IV. *Le module d'une condition composée est le produit des modules des conditions composantes.* Et, en particulier, *le nombre des surfaces qui satisfont à des conditions, dont la somme des ordres de multiplicité est égale à 9, est représenté par le produit symbolique des modules de ces conditions, dans lequel chaque symbole $(p^i d^j P^{9-i-j})$ est remplacé par le nombre des surfaces qui passent en i points, touchent j droites et $(9 - i - j)$ plans.*

» Les quatre théorèmes précédents ne sont nouveaux que par la forme; les deux suivants, relatifs aux coniques dans l'espace, le sont aussi quant au fond. Je me borne ici à les énoncer.

» 3° CONIQUES DANS L'ESPACE. — THÉORÈME V. *Toute condition multiple d'ordre π peut être caractérisée par un polynôme homogène et de degré μ, à 3 variables, d, P, p, nommé* module. *Si l'on remplace, dans ce polynôme, chaque symbole $(d^i P^j p^{\pi-i-j})$ par le nombre des coniques qui rencontrent i droites, qui touchent j plans, et dont le plan passe par $(\pi - i - j)$ points, et qui satisfont, en outre, à une condition multiple d'ordre $(8 - \pi)$, le résultat de la substitution est le nombre des coniques qui satisfont aux deux conditions multiples considérées.*

» On doit remarquer, en premier lieu, que si π dépasse 4, les coefficients du module renferment des arbitraires, grâce auxquelles on peut le réduire au même nombre de termes qu'un polynôme homogène et de degré $(8 - \pi)$, à 3 variables; et, en second lieu, que chaque symbole, où l'exposant de p dépasse le nombre 3, est nul.

» THÉORÈME VI. *Le module d'une condition composée est le produit des modules des conditions composantes. Et, en particulier, le nombre des coniques qui satisfont à des conditions, dont la somme des ordres de multiplicité est égale à 8, est représenté par le produit symbolique des modules de ces conditions, dans lequel chaque symbole $(d^i P^j p^{8-i-j})$ est remplacé par le nombre des coniques qui rencontrent i droites, touchent j plans, et dont le plan passe par $(8 - i - j)$ points.*

» La valeur des différents symboles tels que $(d^i P^j p^{8-i-j})$ a été calculée par M. Chasles (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 389). On peut, par conséquent, déduire du théorème précédent une formule qui donne le nombre des

coniques satisfaisant à 8 conditions, en fonction des coefficients des modules de ces conditions.

» Si l'on considère la condition de toucher une surface, on reconnaît que le module de cette condition est simplement $Md + mP$, M étant la classe des sections planes de cette surface, et m son degré. On en conclura le nombre des coniques qui touchent 8 surfaces données. En particulier, si les 8 surfaces sont du second ordre, le nombre cherché sera représenté symboliquement par $2^8(d+P)^8$.

» Les modules des diverses conditions élémentaires considérées par M. Chasles (*loco citato*) sont faciles à calculer, et fournissent des vérifications faciles des nombres rapportés par cet auteur.

» Ainsi la condition de *passer par un point* a pour module $(dp - 2p^2)$; celle de *toucher un plan en un point*, $pP(\frac{1}{2}d - p)$; celle de *toucher une droite*, $p^2(P - 2p)$; celle de *toucher une droite en un point donné*, $\frac{1}{2}p^2(P-2p)(d-2p)$; etc. »

PHYSIQUE. — *Sur les vapeurs émises à la même température par un même corps sous deux états différents.* Note de M. **J. Moutier**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans une précédente Communication (1), j'ai essayé d'établir que les vapeurs émises à une même température par un même corps sous deux états différents peuvent avoir des tensions distinctes. L'eau à zéro, par exemple, émet des vapeurs dont les tensions sont inégales, suivant que l'eau est prise à l'état liquide ou à l'état solide; ces résultats se trouvent confirmés par l'étude des chaleurs spécifiques des vapeurs saturées.

» Si l'on désigne par γ la chaleur spécifique de la vapeur saturée à la température absolue T, par C la chaleur spécifique du corps qui se vaporise en supposant que le corps soit soumis à une pression constamment égale à la tension de la vapeur saturée, par L la chaleur de vaporisation à la température T, on a, d'après M. Clausius,

$$(1) \qquad \gamma = C + \frac{dL}{dT} - \frac{L}{T}.$$

» La chaleur de vaporisation a pour expression, d'après le théorème de Carnot,

$$(2) \qquad L = AT(v-u)\frac{dp}{dT},$$

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXVI, p. 365.

où A désigne l'équivalent calorifique du travail, v le volume spécifique de la vapeur, u le volume spécifique du corps avant la vaporisation, p la tension de la vapeur saturée.

» Supposons que les relations (1) et (2) s'appliquent à l'eau liquide à zéro; on aura de même, pour la glace à zéro, les relations analogues

(3) $$\gamma' = C' + \frac{dL'}{dT} - \frac{L'}{T},$$

(4) $$L' = AT(v' - u')\frac{dp'}{dT}.$$

» Admettons que les vapeurs émises par l'eau liquide et par la glace à zéro soient identiques, et cherchons si cette hypothèse est en réalité admissible. On aurait, dans ce cas, $p' = p$, $v' = v$, $\gamma' = \gamma$; d'ailleurs les volumes spécifiques de l'eau à l'état liquide ou à l'état solide sont insignifiants par rapport au volume spécifique de la vapeur à zéro; on aurait donc, dans cette hypothèse, $L = L'$ et

(5) $$C = C'.$$

» Or, si l'on désigne par C_1 et C'_1 les chaleurs spécifiques de l'eau liquide et de la glace à zéro sous la pression constante p, on a, d'après M. Clausius,

$$C = C_1 - AT\frac{du}{dT}\frac{dp}{dT}; \quad C' = C'_1 - AT\frac{du'}{dT}\frac{dp}{dT}.$$

» M. Clausius a montré d'ailleurs que la chaleur spécifique C diffère très-peu de C_1; ainsi à la température de 100 degrés $C_1 = 1{,}013$, d'après les expériences de M. Regnault, la valeur de C calculée d'après la formule précédente est $C = 1{,}01274$. A plus forte raison, dans les basses températures, on peut négliger la différence entre C et C_1, et prendre pour C et C' les valeurs approchées C_1 et C'_1.

» Il est aisé de voir que les chaleurs spécifiques C_1 et C'_1 diffèrent d'ailleurs très-peu des chaleurs spécifiques C_2 et C'_2 mesurées sous la pression constante de l'atmosphère que nous désignerons par ϖ.

» Considérons en effet, d'une manière générale, 1 kilogramme d'un corps primitivement à la température t sous la pression p, et supposons que le corps se trouve finalement à la température $t + dt$ sous la pression ϖ. On peut passer de l'état initial à l'état final par deux séries distinctes d'opérations :

» 1° On chauffe le corps de t à $t + dt$ sous la pression p; le volume passe de la valeur u_0 à la valeur u_1; la chaleur interne s'accroît de la quantité $q_0 = C_1\,dt - Ap(u_1 - u_0)$.

» Ensuite on comprime le corps à la température constante $t + dt$, de sorte que la pression passe de la valeur p à la valeur π; le volume varie de u_1 à u_2. Si l'on désigne par $h\,dp$ la quantité de chaleur nécessaire pour produire une transformation élémentaire caractérisée par l'accroissement de pression dp à la température constante $t + dt$, l'accroissement de la chaleur interne, dans cette seconde partie de l'opération, est

$$q_1 = \int_p^\varpi h\,dp - A\int_{u_1}^{u_2} p\,du \ (^*).$$

» 2° On comprime le corps à la température t; la pression varie de p à ϖ, le volume de u_0 à u_3. En désignant par h_1 un coefficient analogue à h, l'accroissement de la chaleur interne, dans cette première partie de l'opération, est

$$q_2 = \int_p^\varpi h_1\,dp - A\int_{u_0}^{u_3} p\,du.$$

» Ensuite on chauffe le corps de t à $t + dt$ sous la pression ϖ; le volume passe de u_3 à u_2; l'accroissement de la chaleur interne est alors

$$q_3 = C_2\,dt - A\varpi(u_2 - u_3).$$

» L'état initial et l'état final étant les mêmes dans les deux cas, la variation de la chaleur interne est la même,

$$q_0 + q_1 = q_2 + q_3,$$

$$(C_1 - C_2)\,dt = Ap(u_1 - u_0) - A\varpi(u_2 - u_3) + q_2 - q_1.$$

» Pour déduire C_1 de C_2 en nombres, il faudrait connaître plusieurs éléments que l'expérience ne donne pas en général; mais on peut remarquer que la chaleur consommée par le travail externe est ordinairement faible dans le cas des corps solides et liquides, que la chaleur développée par la compression est en général fort petite, de sorte que l'on peut supposer sans grande erreur $C_2 = C_1$, $C'_2 = C'_1$.

» Or, dans le cas de l'eau, $C_2 = 1$, $C'_2 = 0{,}48$: la relation (5) ne peut donc subsister. Il existe donc nécessairement une différence entre γ et γ'; l'écart entre ces deux chaleurs spécifiques peut s'évaluer aisément au degré d'approximation qui précède.

» La chaleur de fusion de la glace, en effet, est sensiblement égale à la

(*) Le coefficient h est donné par le théorème de Carnot, $h = -AT\dfrac{du}{dt}$.

différence des chaleurs d'évaporation de la glace et de l'eau liquide à zéro (*); en désignant par Q la chaleur de fusion,

$$Q = L' - L.$$

» En combinant cette relation avec les équations (1) et (3), on a

$$\gamma' - \gamma = C' - C + \frac{dQ}{dT} - \frac{Q}{T}.$$

» On a d'ailleurs $C = 1$, $C' = 0,48$, $Q = 79$, $T = 273$. M. Clausius a montré que le rapport $\frac{dQ}{dT} = 0,62$; on trouve finalement

$$\gamma' - \gamma = -0,19.$$

» A la température de la glace fondante, la chaleur spécifique de la vapeur d'eau saturée est, d'après M. Clausius, égale à $-1,916$; la différence $\gamma' - \gamma$ est environ égale à la dixième partie de cette valeur, comme première approximation.

» On voit, d'après ce qui précède, que si un corps peut se présenter à la même température sous deux états caractérisés par une différence des chaleurs spécifiques, les vapeurs émises par ce corps sous ces deux états à la même température possèdent en général des propriétés physiques différentes. »

PHYSIQUE. — *Sur le spectre d'émission de l'erbine;*
Note de M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« On sait que l'erbine est une des rares substances solides qui produisent un spectre discontinu, composé de raies brillantes. D'après MM. Bunsen et Bahr (**), l'addition d'acide phosphorique à l'erbine communiquerait simplement à cet oxyde un plus grand pouvoir émissif et donnerait plus de netteté aux raies brillantes, sans en modifier le nombre ni la position. En répétant cette expérience, j'ai trouvé que l'erbine seule et l'erbine additionnée d'acide phosphorique donnent des spectres fort différents, comme le montre la Planche que j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie.

(*) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 365.
(**) *Annales de Chimie et de Physique*, 1866.



Erbine.

Longueurs d'ondes.

δ	660,9	
δ	654,6	
	649,2	
	640,4	environ. Faible.
γ	563,1	
θ	551,4	environ. Milieu d'une bande.
	541,3	
β	538,7	
	534,6	
	526,4	
α	522,8	
α	520,4	Moins forte que 522,8.
	512,3	environ. Milieu d'une bande.
	503,8	environ. Faible.
η	491,0	Milieu d'une bande.
	475,6	environ. Milieu d'une bande faible.
ε	464,8	Milieu d'une bande.
	456,8	environ. Milieu d'une bande.
ζ	450,0	Milieu d'une bande.

Phosphate d'erbine.

Longueurs d'ondes.

	691,3	environ. Milieu d'une bande faible
	669,4	
	659,7	
α	652,6	
ε	643,2	
γ	550,7	
γ	546,3	
	539,1	
β	523,8	
β	520,8	Un peu plus forte que 523,8.
δ	492,8	Milieu d'une bande.
δ	487,8	Plus forte que 492,8.
	456,7	environ. Milieu d'une large bande.

» On voit que les raies de l'erbine diffèrent toutes de celles du phosphate, tant par leurs positions sur l'échelle spectrale que par leurs intensités relatives. Il me paraît impossible d'attribuer ces différences à des erreurs provenant d'impuretés, qu'on pourrait supposer avoir existé dans l'une des erbines employées pour la production des deux spectres, car, ne possédant que très-peu de matière, j'ai dû successivement me servir de *la même* erbine à l'état libre et à l'état de phosphate. Après avoir terminé les dessins, je les ai plusieurs fois vérifiés, et l'erbine, toujours la même, avait alors déjà traversé fréquemment les deux états, de phosphate et d'oxyde libre. Lors de mes dernières expériences, les résultats s'étant maintenus constants, je ne pense pas que l'on puisse attribuer les différences observées à autre chose qu'à l'existence de pouvoirs émissifs électifs, distincts dans l'erbine et dans son phosphate (*).

» En plaçant dans la flamme deux petites masses de la même erbine,

(*) Ceci s'accorde, d'ailleurs, avec l'importante observation de M. Bunsen, que les divers composés de l'erbium produisent des spectres d'absorption dont les raies se déplacent légèrement, lorsqu'on passe d'un sel à l'autre. Citant ici de mémoire, je ne puis indiquer le recueil où se trouve cette observation, que je crois bien appartenir à M. Bunsen.

mais dont l'une a été mouillée d'acide phosphorique sirupeux, la juxtaposition des spectres permet de vérifier ce fait, que les raies qui sembleraient au premier abord être communes aux deux spectres ne se correspondent pas réellement; par exemple les groupes α de l'erbine et β du phosphate.

» Si l'on dirige contre la face antérieure du phosphate d'erbine un trait de chalumeau, de façon que le cône central vienne s'y heurter, il y a refroidissement relatif des points atteints par le cône, et très-forte incandescence du reste de la masse; *le spectre est alors entièrement renversé*, et, au lieu de raies brillantes sur un fond peu éclairé, on obtient autant d'espaces noirs ou très-sombres, se détachant sur un fond lumineux. Le spectre, ainsi renversé, est celui du phosphate d'erbine et non celui de l'erbine libre. C'est donc une couche transparente qui produit le spectre d'absorption, et par suite le spectre d'émission qui lui correspond. L'acide phosphorique joue évidemment ici un tout autre rôle que celui de simple vernis.

» Il était à présumer qu'en combinant l'erbine à d'autres acides fixes on produirait de nouvelles modifications du spectre d'émission. Je viens d'examiner rapidement le silicate et le borate d'erbine, grâce à l'extrême obligeance de M. Wurtz qui a bien voulu m'ouvrir son laboratoire pendant mon séjour à Paris. Sans entrer dans les détails dont l'étude réclame du temps, je dirai que j'ai constaté quelques différences spectrales entre le silicate et le borate d'une part, et le phosphate et l'erbine libre de l'autre. Le borate surtout se distingue assez facilement, par l'existence d'une principale raie rouge, un peu plus réfrangible que α 652, 6 du phosphate, et que δ 654, 6 de l'erbine. Une mesure approchée m'a donné pour la raie du borate $\lambda = 649,5$. Lorsqu'on juxtapose les spectres de l'erbine libre et du borate, la principale raie rouge de ce dernier paraît être sensiblement sur le prolongement de la petite raie 649, 2 de l'erbine. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à la dernière Note de M.* du Moncel, *sur l'historique de l'effluve électrique;* par M. ARN. THENARD.

« Dans une Note publiée au dernier *Compte rendu* sur l'histoire de l'effluve, M. du Moncel fait remonter à M. Jean la dissociation de l'acide carbonique par ce nouvel agent, et nous enlève par là l'avantage d'avoir, le premier, démontré la grande distinction qui doit être faite, sous le rapport chimique, entre l'effluve et l'étincelle.

» Quelle est donc l'expérience de M. Jean? Quelle est la nôtre?

» D'après une Note de M. du Moncel que nous avons eue un instant

sous les yeux, et qui n'était qu'une première copie de celle à laquelle nous répondons, M. Jean aurait pris deux feuilles de verre mince, les aurait superposées et collées par les bords, laissant entre elles un faible espace qu'il aurait fait communiquer avec un petit manomètre; remplissant alors ce petit espace d'acide carbonique, et électrisant les deux lames, il aurait remarqué que le manomètre indiquait une pression : d'où il aurait induit que la tendance du gaz à la dilatation était due à la dissociation de l'acide carbonique.

» Cette conclusion nous semble hardie; car qui peut encore aujourd'hui assurer que le mastic reliant les deux lames n'est pas attaqué par l'électricité? Or, si peu qu'il le soit, comme il doit donner des produits gazeux, on peut s'imaginer à quel chiffre relativement élevé peut alors monter la pression, eu égard au faible volume d'acide carbonique enfermé entre les deux lames de verre.

» De Saussure, d'ailleurs, avait démontré que l'acide carbonique est loin d'être insensible à l'étincelle, puisqu'elle en dissocie $7\frac{1}{2}$ pour 100 du volume; en sorte que, par avance, M. Jean était assuré que son manomètre monterait. Toute son expérience reposait donc sur le chiffre élevé qu'il devait atteindre et la nature du produit; or, en raison du mode même de construction de l'appareil et de son peu de résistance, la limite n'a guère dû différer de celle assignée par de Saussure; de plus, le produit n'a pas été examiné.

» Notre expérience, au contraire, nous semble bien plus nette et donner une solution complète de la question. Qu'on nous permette de la rappeler. (Voir *Comptes rendus* des 13 mai et 15 juillet 1872.)

» Dans une première opération, nous avons effluvé de l'acide carbonique en le faisant entrer par une des extrémités d'un tube à effluve et en le recueillant par l'autre. Les quantités employées n'ont jamais été moindres que 200 centimètres cubes, donnant à l'analyse jusqu'à 18 pour 100 d'oxyde de carbone et 9 pour 100 d'oxygène.

» Voilà pour la nature du produit.

» Mais comment avons-nous établi la différence entre l'action de l'effluve et celle de l'étincelle?

» En prolongement d'un tube donnant une belle effluve, nous avons placé un autre tube semblable, mais tombé d'effluve en étincelle, ce qui arrive fréquemment par des raisons indiquées au Mémoire, et nous avons disposé les choses de telle façon que le courant de gaz carbonique qui parcourait les deux tubes, en commençant par le premier, pouvait être dérivé

entre les deux. Recueillant alors et tour à tour un même volume de gaz, tantôt au bout du tube à effluve, tantôt au bout du tube étincelant, nous avons constaté que, toutes choses semblables, le gaz qui avait traversé les deux tubes et qui, par conséquent, avait été d'abord effluvé, puis étincelé, ne contenait jamais que $7\frac{1}{2}$ pour 100 d'acide carbonique dissocié, c'est-à-dire le chiffre donné par de Saussure, tandis que le gaz qui n'était qu'effluvé en contenait toujours plus et jusqu'à 27 pour 100, limite que nous pousserions plus loin aujourd'hui que nos tubes sont plus puissants et plus sûrement maniés.

» Mais nous n'en sommes pas resté là; depuis cette époque, nous avons, conjointement avec mon père, montré qu'un mélange, à parties égales de gaz des marais et d'acide carbonique, se condense, sous l'influence de l'effluve, en des corps d'aspect oléagineux et de nature organique, tandis que, sous celle de l'étincelle, il double de volume et se transforme en oxyde de carbone et hydrogène pur, également à volumes égaux; puis, reprenant ce dernier mélange, produit de l'étincelle, nous l'avons à son tour soumis à l'action de l'effluve qui l'a condensé avec plus de facilité encore qu'elle n'avait fait pour le premier et en donnant toujours des matières organiques, en apparence, peut-être en réalité, semblables.

» Quoique nous ayons produit d'autres travaux, où l'effluve joue toujours un rôle important, ceux-ci ont été exécutés en moins d'une année. Pourquoi M. Jean s'en est-il donc tenu à la dissociation de l'acide carbonique? C'est sans doute qu'il n'a pas vu que, au point de vue chimique, il y a une différence entre l'effluve et l'étincelle.

» Ceci ne veut pas dire toutefois que nous soyons l'inventeur de l'effluve, les origines en sont plus lointaines; si nous ne nous trompons, elles remontent à un curé du milieu du dernier siècle, qui électrisa une bouteille de Leyde armée seulement à l'intérieur, mais dont l'extérieur était placé dans le vide, et ce fut M. du Moncel qui, en électrisant deux plaques de verre mince et très-rapprochées l'une de l'autre, mais sans cependant se toucher, lui donna la forme dont nous avons adopté le principe.

» Puis vinrent MM. Babaud et Houzeau, qui, sans la définir ni l'appliquer dans son intégrité, en empruntèrent assez dans la construction de leurs appareils à ozone pour que nous nous soyons cru obligé de déclarer que notre tube à effluve était un dérivé des leurs; mais ce que nous réclamons, c'est d'avoir démontré que l'effluve est une force nouvelle, puisqu'elle donne des effets qu'aucune autre ne produit. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la fabrication du sulfate d'ammoniaque à l'aide des déchets azotés.* Note de M. L. L'Hote, présentée par M. Peligot.

« Une grande quantité de matières azotées, telles que déchets de laine, de peau, de cuir, de corne, de plume, d'éponge, etc., sont rejetées journellement par l'industrie; ces déchets contiennent de 6 à 15 pour 100 d'azote et entrent dans la fabrication des engrais dits organiques. La putréfaction de ces matières dans le sol étant très-lente, il y a intérêt à fixer l'azote qu'elles renferment à l'état d'ammoniaque.

» Dans ces derniers temps, la fabrication du sulfate d'ammoniaque a pris beaucoup d'extension; ce sel, associé à des phosphates soit naturels, soit préalablement acidifiés, constitue un guano artificiel destiné à remplacer le guano péruvien, riche en azote, devenu rare.

» Le procédé de fabrication du sulfate d'ammoniaque, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, n'est qu'une application du dosage de l'azote par la chaux sodée. Depuis les travaux de Gossage en Angleterre sur la soude artificielle, la soude caustique peut être employée industriellement, sa fabrication étant annexée à celle du carbonate de soude.

» Lorsqu'on traite les déchets azotés par une dissolution de soude caustique au dixième, à froid, ou en chauffant légèrement, pour éviter une production d'ammoniaque, on obtient tantôt une dissolution, tantôt une désagrégation complète de la matière. Le liquide visqueux, ainsi préparé, est empâté avec de la chaux éteinte pour former une masse qu'on introduit dans une cornue en fonte communiquant avec des récipients contenant de l'acide sulfurique des chambres. On effectue la distillation à une température aussi basse que possible, pour éviter la dissociation de l'ammoniaque; lorsque tout dégagement gazeux a cessé, on porte la cornue à la température rouge. L'opération terminée, on trouve dans la cornue un résidu blanc et pulvérulent, composé exclusivement de carbonate de soude et de chaux vive qui, traité par l'eau, régénère de la soude caustique pouvant servir à une nouvelle attaque de matière azotée.

» Le sulfate d'ammoniaque, obtenu directement par ce procédé, est coloré; on peut le purifier par cristallisation.

» Si l'on a soin d'opérer sur un mélange homogène de déchets azotés et d'alcalis, on retrouve, dans ce produit de la distillation, la totalité de l'azote organique à l'état d'azote ammoniacal. »

MÉTALLURGIE. — *Sur les conditions de fabrication des fontes extra-silicées dans le haut-fourneau.* Note de M. SAMSON JORDAN, présentée par M. Peligot.

« Les ingénieurs, habitués à la direction des hauts-fourneaux et à la fabrication des fontes spéciales, et surtout ceux qui ont à fournir des fontes destinées au procédé Bessemer, ont eu à étudier les conditions dans lesquelles se produisent les fontes dites *chaudes*, c'est-à-dire contenant de $1\frac{1}{2}$ à $2\frac{1}{2}$ pour 100 de silicium; quelques-uns ont fabriqué des fontes extra-silicées contenant, par exemple, 7 à 8 pour 100 de métalloïde. Ces dernières fontes ont un aspect tout particulier : la couleur de leur cassure fraîche s'éclaircit à mesure que la teneur en silicium augmente; le grain s'agrandit, mais il devient plat, un peu bombé, sans aucune pointe ou arête saillante; son éclat rappelle beaucoup celui du silicium pur; le doigt glisse sur la cassure en éprouvant une sensation toute différente du toucher rugueux propre aux fontes grises riches en graphite. Aussi, dans les usines qui les produisent, on donne à ces fontes extra-silicées le nom de *fontes glacées* (en Angleterre *glazed pig*) (1). Voici l'analyse d'une fonte de cette nature fabriquée aux hauts-fourneaux de Towlaw, près Newcastle, en Angleterre :

Carbone...........	2,39
Silicium...........	5,73
Soufre.............	0,12
Phosphore.........	0,13
Titane.............	0,02
Nickel et cobalt......	0,04
Manganèse.........	1,33
Fer...............	90,21
	99,97

» J'ai eu l'occasion d'étudier la production des fontes extra-silicées dans plusieurs usines, entre autres dans celle de Heerdt, près Dusseldorf, et il peut être utile de publier les détails qui suivent :

» A la suite d'un accident qui exigeait une réparation importante aux conduites qui amènent le vent aux six tuyères de son haut-fourneau, M. Buttgenbach, directeur de l'usine de Heerdt, se trouva obligé, pour maintenir en feu son appareil, de marcher pendant huit jours en soufflant

(1) Cette fonte n'a rien de commun avec une fonte miroitante, et c'est par erreur que certains ouvrages français de métallurgie ont traduit *glazed pig* par fonte miroitante.

par trois tuyères seulement, avec une faible pression (10 centimètres de mercure au lieu de 15 à 18 centimètres, comme ordinairement); la température du vent se trouva extrêmement élevée (500 à 600 degrés) par suite de sa faible quantité et de l'étendue des appareils destinés à le chauffer. La vitesse de roulement du haut-fourneau était fort ralentie et, pour ne pas courir de risques, on avait diminué la charge de minerais qui n'était plus que 1250 kilogrammes (rendant 38 pour 100 de fer en moyenne) pour 1000 kilogrammes de coke et 600 kilogrammes de castine.

» Les matières fusibles contenues dans cette charge et devant former le laitier se trouvaient dans les proportions suivantes :

Silice.............	50	Oxygène..........	26
Alumine...........	16	Oxygène...........	17,6
Chaux.............	33		
Protox. de mang....	1		

Rapport de l'oxygène de la silice à l'oxygène des bases......... $\frac{26}{17,6}$.

» On obtient avec ce dosage un laitier visqueux, qui, une fois refroidi, était vitreux et translucide comme tous les laitiers riches en alumine : sa couleur était d'un blanc bleuâtre opalin.

» La fonte correspondante était très-liquide, excessivement chaude : elle coulait dans la rigole de sable avec une apparence unie, sans le moindre bouillonnement et sans étincelles, comme du plomb fondu; elle remplissait exactement les moules sans adhérer au sable. A froid, elle était très-cassante et manquait de sonorité métallique. Son analyse donna :

Silicium............	7,90
Phosphore	0,72
Carbone............	2,60 (1)

c'était une fonte *glacée* caractéristique. La consommation de coke correspondante était 2100 kilogrammes pour 1000 kilogrammes de fonte.

» Dans les usines qui emploient des minerais alumineux, comme dans celles de l'Aveyron, où l'on consomme le minerai de Mondalazac (qui renferme $11\frac{1}{2}$ pour 100 d'alumine avec 10 pour 100 seulement de silice et 15 pour 100 de chaux et magnésie), on fabrique normalement des fontes très-silicées, qui donnent beaucoup de déchet au puddlage. Lors des mises en feu, les hauts-fourneaux produisent toujours des fontes extra-silicées,

(1) C'est la fonte dont j'ai donné des échantillons à MM. Troost et Hautefeuille.

que l'on appelle *à grain plat*, et qui contiennent jusqu'à 6 et 7 pour 100 de silicium. Cette production de fonte, avec un dosage alumineux, est toujours accompagnée d'une consommation de coke considérable.

» A l'usine de Saint-Louis, près Marseille, qui fabrique ordinairement des fontes grises pures avec des laitiers renfermant à peu près

Silice	33
Alumine	15
Chaux	50
Divers (magnésie, manganèse, etc.)	2

ces fontes ne contiennent généralement que 1 à $1\frac{1}{2}$ pour 100 de silicium. Pour obtenir des fontes à Bessemer extra-chaudes contenant 4 pour 100 environ de silicium, il a fallu modifier le dosage de façon à avoir (1) :

Silice	40
Alumine	19
Chaux et magnésie	41

» Ces observations, et d'autres analogues, me permettent de définir comme il suit les conditions propres à la fabrication d'une fonte extra-silicée dans le haut-fourneau :

» 1° Allure lente et très-chaude de l'appareil;

» 2° Dosage siliceux et en même temps très-alumineux.

» Il faut que l'allure soit chaude pour que l'alliage du silicium avec la fonte puisse se produire (il est plus difficilement fusible que les fontes uniquement carburées); il faut qu'elle soit lente pour que la réduction de la silice, en présence du carbone et du fer, ait le temps de s'effectuer assez largement (2). Il faut que le dosage soit peu calcaire, afin que l'affinité de la chaux pour la silice n'empêche pas la réduction de celle-ci, et, pour la même raison, il faut que l'alumine soit présente en quantité suffisante pour neutraliser encore plus l'action basique de la chaux (en jouant le rôle d'acide et en formant probablement un de ces aluminates étudiés par Berthier). »

(1) La fabrication d'une fonte spéciale déterminée dépend presque complètement de la composition que l'on donne, par le dosage du lit de fusion, au laitier qui doit l'accompagner, à la condition que l'allure du haut-fourneau soit normale et assez chaude.

(2) Comme dans les expériences de MM. Troost et Hautefeuille.

CHIMIE. — *Expériences sur les effets de la dynamite.* Note de MM. Roux et Sarrau, présentée par M. Rolland.

« I. — Les essais entrepris au Dépôt central des poudres et salpêtres des Manufactures de l'État, pour apprécier la force relative des différentes matières explosives, nous ont conduits à des résultats qui permettent d'éclaircir quelques points obscurs dans les effets produits par l'explosion de la dynamite.

» La dynamite enflammée par une violente percussion, comme celle occasionnée par la détonation d'une forte capsule fulminante, fait explosion, même à l'air libre, et produit, si elle est confinée, un effet tel que 1 de nitroglycérine correspond au moins à 10 de poudre ordinaire. Enflammée par tout autre moyen, sans percussion, elle fuse simplement à l'air libre et, si elle est confinée, elle peut encore faire explosion; mais cette explosion, quelles que soient la température et la pression auxquelles est soumise la matière, est d'une nature entièrement différente. Au lieu d'une explosion de premier ordre ou détonation, ce n'est plus qu'une *explosion de second ordre*, dont l'effet est tel que 1 de nitroglycérine correspond à environ 2 de poudre.

» Ces résultats ont été obtenus en recherchant les charges de rupture avec lesquelles on produit l'éclatement de bombes d'épreuve en fonte présentant toujours sensiblement la même résistance. Ces bombes sont fermées par un bouchon taraudé que traverse un fil isolé, au moyen duquel on peut, avec un exploseur, faire partir dans l'intérieur une petite capsule d'Abel.

» La charge de rupture, pour la poudre de chasse fine, est d'environ 16 grammes. Pour la dynamite n° 2 de Vonges, contenant 50 pour 100 de nitroglycérine, quand on la fait détoner au moyen d'une amorce fulminante Gevelot ($0^{gr},25$ de fulminate), la charge de rupture est comprise entre 3 et 4 grammes, soit $3^{gr},50$.

» Au lieu de l'amorce fulminante, nous avons mis 1 gramme de poudre. Dans ce cas, la bombe a été chargée successivement de 4, 6, 10 et 15 grammes de dynamite; ce n'est qu'à 16 grammes que l'éclatement a eu lieu. La dynamite a produit, dans ce cas, le même effet que la poudre, et, comme elle était à 50 pour 100, 1 de nitroglycérine correspond à 2 de poudre.

» Au lieu d'augmenter la charge en dynamite, nous en plaçons, dans la bombe, un poids constant, 4 grammes suffisant pour la faire éclater par détonation, et nous augmentons successivement la charge de poudre.

Nous pouvons alors mettre, avec les 4 grammes de dynamite, 5 grammes de poudre, puis 8, 10 grammes; ce n'est qu'à 12 grammes que nous obtenons l'éclatement. La dynamite à 50 pour 100 a produit encore, dans ce cas, un effet sensiblement égal à celui de la poudre.

» On peut s'assurer, après chaque coup, que la dynamite placée dans la bombe est entièrement brûlée. Ayant pris, dans une de ces expériences, le poids des gaz, par une différence de pesée, nous avons pu vérifier que ce poids était bien de 50 pour 100, comme on devait s'y attendre.

» Les effets seraient-ils les mêmes avec une dynamite plus riche en nitroglycérine que celle à 50 pour 100? L'essai suivant ne permet pas d'en douter. Nous nous sommes servis d'une dynamite à 90 pour 100 de nitroglycérine qui, enflammée avec la capsule amorce, brise la bombe à la charge de $1^{gr},80$. Ayant formé la charge de 3 grammes de cette sorte de dynamite et de 3 grammes de poudre, la bombe n'a pas éclaté.

» Nos bombes d'épreuve pouvant supporter une pression d'au moins 100 atmosphères, et la température de la flamme de la poudre étant d'au moins 3000 degrés, on peut affirmer que, dans les limites de la pratique :

» 1° La dynamite enflammée accidentellement et se trouvant, par exemple, au milieu d'un incendie, ne détonera pas;

» 2° Elle pourra produire une explosion de second ordre, analogue à celle de la poudre;

» 3° Le maximum d'intensité de cette explosion, maximum qui se produira quand les parois des récipients offriront une grande résistance, sera tel que 1 de nitroglycérine représentera 2 de poudre.

» II. — On peut vérifier, par l'expérience suivante, que c'est uniquement par une percussion d'une intensité suffisante que l'on peut produire la détonation de la dynamite, c'est-à-dire l'explosion de premier ordre.

» Nous employons pour cela une dynamite à 50 pour 100, préparée avec une silice très-divisée, de manière à avoir une matière de faible densité.

» La charge étant enflammée avec la capsule amorce, on obtient la rupture de la bombe avec 4 grammes, mais à la condition de placer cette charge de 4 grammes, maintenue dans un cornet de papier, autour de l'amorce. Si l'on place simplement la dynamite *en vrac*, c'est-à-dire répandue dans la bombe, tout en ayant soin de faire reposer exactement l'amorce au milieu de la matière, on peut élever la charge jusqu'à 12 grammes et au delà, sans amener la rupture.

» Il est clair que, dans le premier cas, on a obtenu la détonation ou explosion de premier ordre, et, dans l'autre, l'explosion de second ordre. La capsule amorce elle-même peut donc, avec la dynamite, produire les deux phénomènes, suivant les circonstances. Dans la première expérience, la matière maintenue par la feuille de papier a subi l'action du choc; dans la seconde, elle a fui sous le choc et ne s'est enflammée que par le contact des gaz comburés; aussi cet essai ne réussit-il qu'avec des dynamites pulvérulentes, à faible densité. Avec les dynamites ordinaires, denses et plastiques, l'éclatement a lieu avec la même charge, de quelque manière que cette charge soit placée, pourvu que l'amorce soit entourée par la matière.

» Le fait suivant, bien connu des mineurs qui ont employé la dynamite, prouve bien que l'intensité de la percussion est la cause déterminante de la détonation. Quand les amorces sont insuffisantes et donnent de fréquents ratés, on y remédie en les renforçant, et il suffit pour cela de doubler le métal qui forme le tube. Nous avons nous-mêmes constaté ce phénomène avec des matières explosives diverses, dont une même charge produit ou ne produit pas la détonation de la dynamite, suivant que cette charge est enfermée dans un tube plus ou moins résistant.

» III. Le fait de deux ordres d'explosion si différents produits par la dynamite permet de comprendre comment des matières de cette nature, contenant une même proportion de nitroglycérine, peuvent avoir des forces très-inégales pour amener la rupture. Nous avons constaté, par exemple, dans des dynamites à 30 pour 100, une force de rupture variant du simple au double, suivant la matière absorbante employée.

» Une dynamite est d'autant plus forte qu'elle est plus facile à enflammer par le choc. Lorsque l'inflammation est facile, l'effet de percussion produit par l'amorce se transmet immédiatement dans toute la masse : tel est le cas des dynamites préparées avec des sables quartzeux. Quand, au contraire, la substance est difficile à enflammer par le choc, l'action se transmet incomplétement; une partie seule de la masse détone, le restant agit par explosion simple. On obtient cet effet avec des dynamites préparées avec des matières plastiques, l'ocre par exemple.

» Nous avons mis ces faits complétement en évidence par l'expérience suivante, dans laquelle le double effet se manifeste dans une même charge de dynamite :

» Reprenant la dynamite à 50 pour 100, dont 4 grammes suffisent, quand il y a détonation, pour faire éclater la bombe, nous en plaçons

2 grammes dans le cornet de papier qui entoure l'amorce; le restant de la charge est répandu dans la bombe.

» Dans ce cas, $4^{gr}(2 + 2)$ et même $6^{gr}(2 + 4)$ sont insuffisants; il faut porter la charge à $8^{gr}(2 + 6)$ pour produire l'éclatement. Les 2 grammes entourant l'amorce ont agi par détonation; les 6 grammes en vrac par explosion simple et leur action combinée, ont amené la rupture.

» Ainsi la détonation d'une portion de dynamite ne provoque pas nécessairement la détonation d'une masse voisine; mais cette masse peut être enflammée et produire une explosion de second ordre. La propagation des effets est d'autant plus difficile que les dynamites sont, par leur nature, plus difficiles à enflammer.

» Nous conclurons donc que la dynamite peut, suivant les circonstances, produire des explosions d'ordre complétement différent. La percussion seule nous a paru jusqu'ici susceptible de produire l'explosion de premier ordre, ou détonation. La pression et la température auxquelles est soumise la matière ne changent pas les conditions du phénomène. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Nécrobiose et gangrène. Étude expérimentale sur les phénomènes de mortification et de putréfaction qui se passent dans l'organisme animal vivant.* Note de M. **A. Chauveau**, présentée par M. Pasteur.

« I. Le but de cette étude a été de poursuivre, avec la rigueur des expériences faites en vases clos, dans le laboratoire de Chimie, sur la fermentation putride, la recherche des agents auxquels doivent être attribués les phénomènes de putréfaction vraie qui s'attaquent aux matières animales dans l'organisme vivant. En d'autres termes, on a voulu voir si, dans ce milieu spécial, l'étude des causes directes de la putridité confirmerait les belles et fécondes déterminations de M. Pasteur sur cet important sujet.

» II. La condition fondamentale des expériences nécessaires pour atteindre ce but, c'était d'agir sur un organe dont la mortification pût être provoquée au sein du milieu animal, sans exposer aucunement cet organe à l'action directe ou indirecte du milieu extérieur. On a pu réaliser pleinement cette condition sur des béliers, en utilisant une opération de Chirurgie vétérinaire, opération très-répandue, connue sous le nom de bistournage et qui consiste dans la torsion ou encore la rupture sous-cutanée du cordon spermatique. Cette opération, pratiquée avec la main privée de tout instrument, a pour effet d'amener la mortification du testicule en y arrêtant absolument la circulation sans intéresser les enveloppes extérieures.

Celles-ci restent parfaitement vivantes parce qu'elles reçoivent leurs vaisseaux d'une autre source que le testicule lui-même.

» III. Si l'on incisait ces enveloppes après l'opération, le testicule, mis en contact avec l'air, ne tarderait pas à se gangrener; mais, à l'abri du milieu extérieur, cet organe privé de vie reste toujours hors des atteintes de la putréfaction. Jamais on ne voit survenir le moindre signe de gangrène après la torsion ou la rupture du cordon testiculaire. L'opération, tant au point de vue de l'état local qu'à celui de l'état général, est toujours d'une parfaite innocuité.

» Quand, au moyen d'une série d'autopsies, on suit dans ses destinées ultérieures l'organe ainsi mortifié, on constate qu'il ne reste pas longtemps isolé des parties enveloppantes dont on a dû le séparer pour opérer la torsion simple ou la rupture du cordon. Dans les deux cas, le testicule se greffe facilement sur ces parties enveloppantes ; mais la vascularisation qui opère cette greffe ne dépasse point la coque extérieure du testicule. La circulation ne se rétablit pas dans la substance propre de l'organe, laquelle reste définitivement privée de vie. Elle subit alors la dégénération graisseuse, et l'action absorbante des vaisseaux périphériques finit, avec le temps, par faire disparaître cette substance d'une manière plus ou moins complète. Dans cet état de dégénérescence, qui constitue un des plus beaux types connus de *nécrobiose*, le tissu du testicule ne contracte jamais d'odeur putride, mais il prend une faible odeur d'huile rance très-nettement caractérisée.

» IV. Pourquoi la substance testiculaire ne se putréfie-t-elle point dans cette circonstance, tandis qu'elle se gangrène constamment lorsque cette substance est exposée à l'influence du milieu extérieur? Est-ce que la putridité, dans ce dernier cas, se développe sous l'action directe des éléments propres de l'air atmosphérique ? Mais le testicule mortifié, couvert de ses enveloppes protectrices, n'est pas dérobé pour cela à l'influence de ces éléments. Ils arrivent indirectement jusque sur l'organe, par l'intermédiaire du sang qui circule dans les vaisseaux périphériques, et qui renferme constamment une notable quantité de ces éléments en dissolution. On est donc forcé d'admettre que le milieu extérieur, au lieu d'agir par ses gaz constituants, n'intervient dans le processus que par les germes organiques qu'il tient en suspension et qui donnent naissance à la prodigieuse population de vibrioniens des infusions putrides. C'est ce qu'il s'agit maintenant de prouver directement.

» Si les vibrioniens en question ont réellement cette action, le testicule privé de vie devra se putréfier quand on les fera arriver jusqu'à lui, tout en le maintenant absolument à l'abri du milieu extérieur. Il était facile de s'assurer du fait en pratiquant la torsion ou la rupture sous-cutanée du cordon testiculaire, sur un bélier ayant préalablement subi, dans la jugulaire, une injection de sérosité putride riche en vibrioniens. Pour faire l'expérience dans les meilleures conditions possibles, on doit choisir, comme matière infectante, une substance dont la putridité se soit développée au sein même du milieu animal, ce qui est une garantie, pour l'aptitude des agents septiques qu'elle renferme, à vivre et à se multiplier dans l'organisme nouveau où on les introduira. Celle qui convient le mieux est la sérosité extraite, après addition d'eau, du pus des abcès putrides provoqués expérimentalement. Pour assurer le succès de l'expérience, il est bon d'injecter de cette sérosité, autant que l'animal en peut supporter sans être exposé à la mort (5 à 20 centimètres cubes suivant le degré de dilution). On attend, avant d'opérer l'arrêt de la circulation testiculaire, que le mouvement circulatoire ait amené la diffusion et la répartition égale et régulière de la matière putride dans la masse sanguine; il est alors certain que la partie du sang retenue et immobilisée dans les vaisseaux du testicule renfermera les vibrioniens que l'on cherche à faire agir sur l'organe.

» Or toutes les expériences exécutées dans ces conditions ont donné les résultats les plus nets et les plus décisifs. Le bistournage, qui, dans les conditions normales, est une opération tout à fait inoffensive, incapable de faire naître, au sein du testicule, le moindre signe de putréfaction vraie, détermine alors constamment, dans les régions testiculaires, — et là seulement — des phénomènes putrides et gangréneux, tantôt limités aux organes mortifiés, tantôt plus ou moins rapidement progressifs et d'une gravité suffisante pour déterminer la mort.

» V. Cette démonstration, toute saisissante qu'elle paraisse et qu'elle soit effectivement, n'est cependant pas complète. Elle ne détermine pas rigoureusement les agents putrides, parce que la matière septique introduite dans le sang est complexe. Cette matière contient, en effet, avec les proto-organismes formés ou en germe qui y pullulent, un véhicule liquide, auquel les résultats des expériences précédentes donnent, tout autant qu'aux vibrioniens, le droit d'être considéré comme ferment septique. On a pensé alors à faire une expérience avec la même sérosité filtrée et non filtrée, injectée à dose égale sur deux béliers de même âge et de même

poids. Sur le bélier bistourné après injection de sérosité filtrée, les choses se sont passées comme dans les cas normaux : absence totale de phénomènes putrides ou même simplement inflammatoires dans les régions testiculaires; retour rapide et complet à la santé; l'autopsie, pratiquée pour constater *de visu* l'état des testicules, les montre absolument privés de toute odeur putride. Quant à l'animal bistourné après injection de sérosité non filtrée, il succomba aux suites d'une gangrène envahissante, ayant pour point de départ les testicules, lesquels furent trouvés à l'autopsie transformés en quasi-putrilage d'une fétidité repoussante. Il est à peine besoin de dire que, pour obtenir des résultats différentiels d'une signification aussi péremptoire, il est indispensable que la filtration du liquide putride soit effectuée avec les minutieuses précautions nécessaires pour la rendre aussi efficace que possible.

» VI. Chaque fois que cette expérience comparative a été faite, on a pris soin d'attendre, avant de pratiquer la torsion du cordon spermatique, que les animaux eussent complétement traversé la période des malaises graves qui suivent immédiatement l'injection putride, période pouvant durer 12 à 48 heures et même davantage. Mais comme ces malaises sont plus accentués et durent beaucoup plus longtemps sur les animaux qui reçoivent le liquide non filtré, il s'ensuit qu'au moment où ces animaux subissent l'opération du bistournage, ils sont plus que les autres sous le coup de la fièvre septicémique. Les deux milieux que constituent les sujets de notre expérience comparative ne sont plus ainsi complétement identiques. On pourrait peut-être objecter que cette circonstance n'est pas étrangère à la manifestation des signes de putridité dont les testicules deviennent alors le siége, sur l'animal infecté avec le liquide non filtré.

» Cette objection a provoqué l'idée d'une série d'expériences, dans lesquelles la torsion du cordon testiculaire était pratiquée sur le même sujet, d'un côté, avant, de l'autre, après l'infection de la sérosité putride, de manière qu'un seulement des deux testicules contînt les germes septiques dans la profondeur de sa substance. Or on a vu alors que c'est dans cet organe exclusivement que la putridité se développe. La fièvre, provoquée par l'infection du milieu général, reste sans influence sur l'autre organe. Quand l'infection agit du côté de cet organe, c'est seulement sur la poche qui le contient, et en y accentuant davantage l'irritation causée par la déchirure du tissu conjonctif.

» Voilà l'objection écartée et notre démonstration rendue définitive. Le rôle des organismes élémentaires, dans la production des phénomènes de

putréfaction vraie qui se passent dans le milieu animal vivant, se dégage de cette démonstration avec une netteté qui, conformément à ce que nous nous étions proposé, n'a rien à envier à celle des expériences faites dans les vases clos du laboratoire de Chimie.

Existe-t-il des conditions qui permettent la naissance de ces phénomènes de putréfaction vraie ou de gangrène, en dehors de l'intervention des germes organisés dont nous venons de constater l'activité? C'est ce qui reste à déterminer. »

GÉOLOGIE. — *Géologie du mont Léberon.* Note de M. A. GAUDRY.

« J'ai eu l'honneur, il y a quelques mois, de soumettre à l'Académie les résultats des fouilles que j'ai entreprises dans le mont Léberon (Vaucluse); je viens aujourd'hui lui donner des renseignements géologiques sur la localité où sont enfouis les ossements de mammifères. Cette localité n'est pas remarquable seulement par les débris de vertébrés si nombreux qui y sont rassemblés, elle renferme aussi de riches gisements de coquilles fossiles. Les publications de MM. Matheron et Scipion Gras m'ont été d'un grand secours pour déterminer les superpositions des terrains. Un géologue d'Apt, M. Emile Arnaud, m'a prêté un précieux concours; MM. Fischer et Tournouër ont bien voulu se charger d'étudier les nombreuses espèces de mollusques que M. Emile Arnaud et moi avons recueillies.

» Comme l'indique très-nettement la carte géologique de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, la masse du Léberon est formée par le terrain crétacé inférieur, et le terrain tertiaire moyen recouvre son versant méridional, sans s'élever jusqu'au sommet de la montagne. La mollasse est le plus ancien étage tertiaire qui se montre dans la région où j'ai fait mes fouilles, c'est-à-dire entre Cucuron et Cabrières-d'Aigues; sa partie inférieure est composée de couches grises où les fossiles sont rares; sa partie supérieure, formée de couches jaunes, paraît représenter l'horizon des faluns de Bordeaux et de la Touraine; ses espèces les plus caractéristiques sont la *Janira planosulcata*, le *Pecten scabriusculus* et l'*Ostræa Boblayei*.

» Au-dessus de la mollasse, on voit auprès d'une maison appelée la campagne de Camille-Jean, et située à peu de distance de Cabrières-d'Aigues, une marne sableuse, gris bleuâtre, pétrie de coquilles marines d'une admirable conservation et dont les espèces sont très-variées; plusieurs d'entre elles sont nouvelles. Elles se rapportent à l'horizon le plus

élevé du falunien ; c'est avec la faune de Salles qu'elles ont le plus de rapports. Les couches de Cabrières renferment des bandes de galets, avec coquilles brisées, qui indiquent un dépôt formé sur un rivage.

» Au-dessus de ces couches, il y a des marnes gris blanchâtre, où l'*Ostræa crassissima* est disséminée par petits groupes de quatre ou cinq individus.

» Les assises marines sont recouvertes par un puissant étage de calcaires marneux, qui semblent avoir été formés dans des marécages; ils renferment l'*Helix Christolii* et plusieurs autres coquilles terrestres ou palustres. A leur partie supérieure, ils passent aux limons rougeâtres où sont enfouis les restes d'Hipparions, de Rhinocéros, de Gazelles, etc. La Planche I du Mémoire sur le Léberon, que j'ai eu l'honneur d'offrir à l'Académie, renferme le dessin d'un gros bloc qui peut donner une idée de la multitude et de l'enchevêtrement des ossements sur certains points.

» Des remarques qui ont été faites par M. Darwin dans l'Amérique du Sud, par M. Lyell dans l'Amérique du Nord, et par moi en Grèce, permettent de croire que les êtres les plus parfaits ou les plus compliqués ont été plus changeants que les êtres inférieurs ; cette hypothèse semble confirmée, dans le mont Léberon, par la comparaison des mammifères des limons rouges avec les mollusques marins des couches placées au-dessous. En effet, MM. Fischer et Tournouër trouvent, parmi les fossiles des marnes de Cabrières, quinze espèces identiques ou presque identiques avec les mollusques actuels ; tous les mammifères des limons rouges qui sont d'une époque plus rapprochée de la nôtre sont au contraire bien distincts des espèces actuelles, et même plusieurs d'entre eux diffèrent assez pour mériter d'être attribués à des genres particuliers : *Machærodus, Ictitherium, Dinotherium, Hipparion, Acerotherium* (?), *Helladotherium, Tragocerus.*

» Les limons rouges du mont Léberon paraissent appartenir à cette dernière phase des temps miocènes qui a immédiatement précédé les temps pliocènes et que l'on a appelée l'époque tortonienne. Les faunes de Pikermi en Grèce, de Baltavar en Hongrie et de Concud en Espagne doivent être attribuées à la même époque. Quant à la faune d'Eppelsheim, rendue célèbre par les travaux de MM. de Klipstein et Kaup, elle présente de frappants contrastes avec celle du Léberon ; il est difficile de supposer que deux faunes de mammifères, si rapprochées géographiquement, puissent présenter tant de différences, si elles ont été exactement contemporaines ; je pense que la faune d'Eppelsheim a été un peu plus ancienne, mais qu'elle appartient encore à l'horizon du miocène supérieur, car elle ne

peut être confondue avec les faunes du miocène moyen de Sansan et de Simorre. Plus la Paléontologie progresse, plus les changements des êtres paraissent avoir été nombreux; le tableau ci-dessous montre que, en se servant seulement des données fournies par les mammifères terrestres de nos pays, j'ai cru pouvoir distinguer dans l'époque tertiaire dix-sept faunes successives.

PLIOCÈNE.	*Faune de Cromer, de Saint-Prest et de Saint-Martial.* — Elle se distingue de la faune précédente parce que les Mastodontes ont disparu; les Elephas meridionalis ont des molaires à lames plus serrées, à émail plus fin; les Cerfs prennent des bois volumineux ou compliqués.
	Faune de Perrier et du crag de Norwich. — Elle se distingue de la précédente par l'abondance des Cerfs, la rareté ou l'absence des Antilopes, la disparition des Singes. Coexistence de l'Elephas meridionalis avec les Mastodontes.
	Faune de Montpellier. — Elle se distingue de la faune précédente par la disparition de l'Helladotherium, du Dinotherium, de l'Ictitherium, de l'Ancylotherium, la présence du Tapir et de l'Hyænarctos. Les Cerfs coexistent avec les Antilopes.
MIOCÈNE SUPÉRIEUR.	*Faune du mont Léberon et de Pikermi.* — Elle se distingue de la précédente faune par la profusion des Antilopes, la présence de l'Helladotherium, de l'Ictitherium et de l'Hyène, l'absence du Dorcatherium et du Tapir.
	Faune d'Eppelsheim. — Elle se distingue par la substitution de l'Hipparion à l'Anchitherium, du Mastodon longirostris au Mastodon angustidens, la présence des grands Sangliers, du Dorcatherium, du Simocyon et du Tapir.
MIOCÈNE MOYEN.	*Faune de Simorre.* — Elle diffère légèrement de la précédente par la présence du Dinotherium giganteum, du Listriodon, des Rhinoceros brachypus et simorrensis, l'absence du Chalicotherium et des Antilopes.
	Faune de Sansan. — Malgré d'intimes rapports, elle se sépare de la faune précédente par la disparition de l'Anthracotherium, du Cainotherium, du Dremotherium et par l'abondance des Antilopes.
	Faune des sables de l'Orléanais. — On peut la distinguer de la faune précédente par la disparition de l'Hyænodon et parce qu'on voit associées plusieurs espèces de Sansan et même de Simorre avec l'Anthracotherium onoideum, les Palæochœrus, les Cainotherium, les Dremotherium, le Dicroceros aurelianensis. Règne du Dinotherium Cuvieri, des Mastodon angustidens et turicensis.
MIOCÈNE INFÉRIEUR.	*Faune d'une partie de l'Allier* (étage du calcaire de Beauce). — Elle se distingue de la faune précédente parce que le Palæotherium a disparu, l'Anchitherium commence, le Dremotherium se substitue au Gelocus.
	Faune de Ronzon et de Villebramar (étage des sables de Fontainebleau). — Elle diffère très-légèrement de la faune précédente par la rareté des Palæotherium, l'absence des Anoplotherium, l'abondance des Bothryodon, des ruminants appelés Gelocus. Continuation du règne des Entelodon.

Éocène supérieur.	*Faune des phosphorites de Caylux* (étage des calcaires de Brie). — Elle se distingue de la précédente faune parce que les Entelodon, les grands Anthracotherium, les Cainotherium se multiplient à côté des Anoplotherium et des Palæotherium. *Faune des gypses de Paris, de Bembridge et des lignites de la Debruge.* — Elle se distingue de la précédente faune par l'absence ou la rareté des Lophiodon. Règne des Palæotherium, des Anoplotherium, des Chœropotamus, des Dichobune, des Xiphodon, des Hyænodon et des Pterodon.
Éocène moyen.	*Faune d'Hordwell et du Mauremont* (étage des sables de Beauchamp). — Dichodon, Michrochœrus, Rhagatherium; les Palæotherium se développent à côté des Lophiodon. *Faune d'Ekerkingen, d'Argenton, d'Issel et du calcaire grossier de Paris.* — Règne des Lophiodon et des Pachynolophus.
Éocène inférieur.	*Faune du London Clay.* — Hyracotherium, Pliolophus. *Faune de l'argile plastique du Soissonnais.* — Coryphodon, Palæonictis. *Faune du grès de la Fère.* — Arctocyon.

M. H. Sainte-Claire Deville, en faisant hommage à l'Académie d'un nouveau volume des « Annales scientifiques de l'École Normale supérieure, 2e série », s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le premier volume de la 2e série des *Annales scientifiques de l'École Normale* (1). Ce Recueil est rédigé par un grand nombre de nos confrères, qui enseignent ou qui ont enseigné à l'École Normale supérieure, et par les maîtres actuels qui, s'ils n'appartiennent pas tous à l'Académie, ont tous été désignés à ses suffrages.

» Nos *Annales* sont la suite de l'œuvre éditée par M. Pasteur, que sa santé affaiblie par le travail l'a forcé d'abandonner momentanément, et qu'il a reprise avec nous dès qu'il a pu rentrer dans son laboratoire : notre premier numéro de 1872 commence par un travail des plus importants, qu'il a bien voulu nous consacrer.

» Un des principaux Mémoires publiés dans ces *Annales* est une œuvre posthume de notre regretté confrère M. Foucault. Il ne restait de ses projets de sidérostat que deux modèles dont l'un était fort incomplet : l'autre devait être modifié suivant les vues exprimées par Foucault lui-même à ses amis. Le sidérostat construit par M. Eichens, sous la direction de MM. Wolf et Ad. Martin, a été décrit par M. Wolf dans le premier volume des *Annales scientifiques de l'École Normale*.

(1) Paris, Gauthier-Villars, 1872.

» Je mentionne ce fait devant l'Académie, parce que je sais combien elle est sympathique à tout ce qui peut augmenter l'illustration scientifique de l'un de ses Membres, surtout quand celui-ci lui a été enlevé si jeune, après avoir passé dans son sein un temps si bien employé, mais si court. J'insiste parce que je sais aussi combien le Comité de rédaction des *Annales scientifiques de l'École Normale* était désireux de rendre un public hommage à notre Compagnie, dès le début de ses publications.

» Les Annales publiées sous les auspices du Ministre de l'Instruction publique devaient venir en aide aux jeunes savants de l'Université et de toute autre origine. Son Comité facilite, par tous les moyens possibles, la publication des thèses originales dont les sujets sont choisis dans les parties élevées de toutes les sciences, et qui ne sont pas, par leur mérite, déplacées près des œuvres des maîtres et des savants expérimentés.

» Nous demandons à nos confrères de vouloir bien s'associer à nous, dans l'œuvre de dévouement que nous avons entreprise : ils nous aideront à la développer en nous confiant la publication de leurs travaux, de ceux surtout qui intéressent la Science générale et les théories les plus élevées.

» Je suis chargé par M. Carnot, ingénieur des Mines, d'offrir à l'Académie un exemplaire du Mémoire de Sadi Carnot sur la puissance motrice du feu. L'Académie sait l'influence considérable que ce travail mémorable a exercé sur les progrès de la Thermodynamique. Il avait été publié en 1824 par son auteur à un très-petit nombre d'exemplaires et depuis longtemps il a complétement disparu. Aussi le Comité des *Annales scientifiques de l'École Normale* a-t-il pensé qu'il y avait lieu de le réimprimer à la fin du premier volume de ce Recueil, où on le trouvera tout entier.

» Je dépose sur le bureau de l'Académie, au nom du neveu de Sadi Carnot, l'exemplaire qui a servi à cette réimpression. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 14 avril 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Du traitement palliatif fait sans emploi de sondes et de bougies, etc.; par J.-J. CAZENAVE. Paris, J.-B. Baillière, 1870; br. in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard.)

Du traitement externe des maladies cutanées dartreuses en général, etc.; par J.-J. CAZENAVE. Paris, J.-B. Baillière, 1873; br. in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard.)

De la contractilité physique et de quelques autres propriétés que présentent les tissus non vivants de l'organisme animal, et notamment de l'endosmose des gaz et des vapeurs; par L.-C. BOULLAND. Paris, J.-B. Baillière, 1873; 1 vol. in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours de Physiologie expérimentale, 1873.)

Traité du levé des plans et de l'arpentage; par J. DUPLESSIS. Paris, J. Baudry, sans date; 1 vol. in-8°.

Sur la ceinture nord-est du bassin tertiaire parisien; par M. MEUGY. Mayenne, imp. Derenne, sans date; br. in-8°.

Rapport sur un Mémoire de M. Delesse, intitulé : Étude des déformations subies par les terrains de la France. Commissaires : MM. Élie de Beaumont, Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée rapporteur. Paris, Gauthier-Villars, 1872; in-4°. (Extrait des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

Revue de Géologie pour les années 1869 *et* 1870; *par* MM. DELESSE *et* DE LAPPARENT; t. IX. Paris, F. Savy, 1873; 1 vol. in-8°.

Estudios forestales. Los montes en sus relaciones con las necesidades de los pueblos; por D.-H. RUIZ AMADO. Tarragona, imp. de Puigrubi y Aris, 1872; 2 vol. in-8°.

Mineralogia della Toscana, studj di Ant. D'ACHIARDI; vol. VII. Pisa, tip. Nistri, 1873; 1 vol. in-8°.

Osservazioni meteorologiche con speciali istruzioni intorno a quelle pluviometriche, raccolte sotto la direzione del P.-Fr. DENZA. Torino, 1873, tip. Camilla e Bertolero; br. in-8°.

Intorno alla vita ed ai lavori de P. Giovanni Antonelli delle Scuole pie cenni di And. Stiattesi. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1873; in-4°. (Estratto dal *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*, t. V.) [Présenté par M. Chasles.]

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche; t. V, agosto 1872. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1872; in-4°.

E. Diamilla-Muller. *Letture scientifiche per il popolo italiano;* Lettura IV : *Il Sole, nuova teoria delle macchie.* Milano, Dumolard; Parigi, Gauthier-Villars, 1873; in-12.

De' lavori accademici del R. Istituto d'incoraggiamento alle Scienze naturali, economiche e tecnologiche di Napoli nell' anno 1872, e cenni biografici del socio Leopoldo del Re. Relazione e ricordi letti nella prima adunanza pubblica del mese di gennaio 1873, dal Segretario perpetuo F. del Giudice. Napoli, G. Nobile, 1873; in-4°.

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario; anno XXVI, sessione IIª del 19 gennaio; sessione IIIª del 2 marzo 1873. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1873; 2 br. in-4°.

Considerazioni sulla Matematica pura del prof. G. Bellavitis. Venezia, 1870; in 4°. (Extr. dal vol. XV delle Memorie dell' Istituto stesso.) [Présenté par M. Chasles.]

Schweizerische meteorologische Beobachtungen; dezember 1871, januar, februar 1872. Sans lieu ni date; 3 br. in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 21 avril 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Direction générale des Douanes. Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année 1870. Paris, Imp. nationale, 1872; 1 vol. grand in-4°.

Leçons de clinique médicale faites à l'hôpital Lariboisière; par le Dr S. Jaccoud. Paris, A. Delahaye, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

Mémoires de la Société nationale et centrale de Médecine vétérinaire. Paris, Labé et Asselin, 1852 à 1871; 7 vol. in-8°.

Bulletin de la Société centrale de Médecine vétérinaire, rédigé et publié par M. H. BOULEY *et* M. C. LEBLANC; année 1872, 3e série, t. VI, nos 1 à 6. Paris, P. Asselin, 1871; 3 liv. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; 7e série, t. IV. Toulouse, imp. Douladoure, 1872; 1 vol. in-8°.

Actes du Muséum d'Histoire naturelle de Rouen; t. II, III. Rouen, imp. Lapierre et Cie, 1868-1872; 2 vol. in-8°. (Deux exemplaires.)

Bulletin de la Société industrielle de Reims; 1873, t. VIII, n° 38. Reims, imp. H. Gérard; Paris, Lacroix, 1872; in-8°.

Annales de la Société des Sciences industrielles de Lyon, 1873, n° 1. Lyon, imp. H. Storck, 1873; br. in-8°.

Revue des Sciences naturelles, publiée sous la direction de M. E. DUBRUEIL; t. Ier, n° 4. Montpellier, C. Coulet; Paris, Asselin, 1873; in-8°.

Contribution à l'étude de la dysménorrhée membraneuse; par MM. le Dr H. HUCHARD *et* F. LABADIE-LAGRAVE. Paris, P. Asselin, 1872; br. in-8°. (Adressé par les auteurs au Concours Godard, 1873.)

De la dégénérescence hypertrophique des parties génitales externes chez la femme. Quelques observations présentées à la Société de Médecine de Strasbourg par le Dr HERRGOTT. Strasbourg, Berger-Levrault, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Sédillot.)

La Société de Médecine de Strasbourg depuis 1842 jusqu'en 1872. Sa participation au mouvement scientifique pendant les trente années de son existence; par le Dr HERRGOTT. Strasbourg, Berger-Levrault, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. Sédillot.)

Revue d'Artillerie; 1re année, t. II, 1re liv. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1873; in-8°. (Présenté par M. le général Morin.)

Recherches anatomiques sur les courbures normales du rachis; par le Dr P. BOULAND. 1er Mémoire: *Courbures antéro-postérieures normales chez l'homme.* Paris, Germer-Baillière, 1872; br. in-8°. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de M. Ch. Robin.) [Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.]

Dictionnaire industriel à l'usage de tout le monde; 1re liv. Paris, Lacroix, 1873; in-12.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences à Harlem, et rédigées par E.-H. VON BAUMHAUER; t. VII, 4e et 5e liv. La Haye, M. Nijhoff, 1872; in-8°.

Diabetes mellitus : an essay to which was awarded the first prize of the Boylston medical Society for 1868; *by* Ch.-B. Brigham. Boston, Abner, A. Kingman, 1868; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

E. Diamilla-Muller. *Letture scientifiche per il popolo italiano.* Lettura V: *L'urto d'una cometa contro la Terra.* Milano, Dumolard; Parigi, Gauthier-Villars, 1873; in-12.

Historia fisica y politica de Chile segun documentos adquiridos en esta Republica durante doce años de residencia en ella, y publicada bajo los auspicios del supremo Gobierno; por Claudio Gay; *Historia*, t. octavo. Paris, en casa del autor; Chile, en el Museo de Historia natural de Santiago, 1871; in-8°.

Trattato elementare di ontologia universale di G. Gallo; vol. unico, parte seconda, terza ed ultima. Sans lieu ni date; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 21 avril 1873.)

Page 981, ligne 5, *au lieu de* soumis, *lisez* soumise.

» ligne 9 de la note en remontant, *au lieu de* pour, *lisez* peut.

Page 982, ligne 1, *au lieu de* segmenter, *lisez* se segmenter.

» ligne 3 de la note en remontant, *au lieu de* force, *lisez* forme.

Page 997, ligne 3, *au lieu de* $\frac{11}{100}$, *lisez* $\frac{66}{1000000}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 MAI 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne du baron *J. de Liebig*, l'un de ses Associés étrangers, décédé à Munich, le 18 avril, à l'âge de soixante-dix ans, des suites d'une pneumonie, à laquelle sa santé, altérée depuis ces dernières années, n'a pu résister.

M. le baron de Liebig laisse de si grandes œuvres, que sa perte sera vivement sentie dans toutes les Académies. Notre Compagnie, où il avait rencontré ses meilleurs maîtres et ces premiers protecteurs du talent naissant dont il avait gardé un profond souvenir, ne saurait oublier qu'aux époques les plus fécondes de sa vie scientifique, il y trouvait aussi des collaborateurs, des émules et depuis longtemps des confrères.

M. Liebig avait été élu, le 4 juillet 1842, Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de feu *Arfwedson;* il avait été élu Associé étranger le 13 mai 1861, en remplacement de feu *Tiedemann*.

M. le Secrétaire perpétuel annonce également à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. *Hansteen*, Correspondant pour la Section de Physique depuis le 8 avril 1833. Il avait été élu en remplacement de *Leslie*.

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur dégagée dans la réaction entre l'eau, l'ammoniaque et les terres alcalines, chaux, baryte et strontiane; constitution des solutions alcalines;* par M. BERTHELOT.

I. — AMMONIAQUE.

« 1. J'ai mesuré la chaleur dégagée par la dissolution du gaz ammoniac sec dans l'eau.

$AzH^3 + 250\,H^2O^2$	a dégagé..............	$+8^{Cal},88$
$AzH^3 + 280\,H^2O^2$	»	$+8,91$
$AzH^3 + 370\,H^2O^2$	»	$+8,66$
	Moyenne..............	$+8,82$

MM. Favre et Silbermann avaient trouvé..............	$+8^{Cal},74$
M. Thomsen..............	$+8,44$.

Ce dernier chiffre semble un peu faible.

» 2. *Dilution des solutions d'ammoniaque jusqu'à* $200\,H^2O^2$.

Composition de la liqueur primitive.	Poids de AzH^3 dans 1^k.	Densité.	Chaleur dégagée = Q.
$AzH^3 + 0,98\,H^2O^2$ (saturée à $-16°$)......	491^{gr}	»	$+1^{Cal},285$
$AzH^3 + 1,00\,H^2O^2$ »	485	»	$+1,265$
$AzH^3 + 1,07\,H^2O^2$ »	469	0,860	$+1,17$
$AzH^3 + 1,87\,H^2O^2$ »	305	»	$+0,48$
$AzH^3 + 3,00\,H^2O^2$ »	239	»	$+0,385$
$AzH^3 + 3,55\,H^2O^2$ »	210	»	$+0,32$
$AzH^3 + 5,77\,H^2O^2$ »	141	»	$+0,21$
$AzH^3 + 9,5\,H^2O^2$ »	46	»	$+0,02$
$AzH^3 + 54,2$ ($1^{éq} = 1^l$)..............	17	»	$+0,00$
$AzH^3 + 110$ ($1^{éq} = 2^l$)..............	8,5	»	$+0,00$.

» 3. En général, $AzH^3 + nH^2O^2$ dégage, par la dilution,

$$Q = \frac{1,27}{n},$$

formule qui représente une hyperbole équilatère, comme pour les hydracides. *La chaleur dégagée par la dilution est,* de même, *en raison inverse de l'eau déjà unie avec l'ammoniaque;* mais les valeurs numériques sont environ neuf fois aussi faibles pour l'ammoniaque que pour les hydracides, ou même pour les alcalis concentrés, dissous dans une quantité d'eau équivalente. Cette différence est due sans doute à ce que les hydracides et les alcalis forment avec l'eau certains hydrates stables, tan-

dis que l'ammoniaque engendre seulement des hydrates à l'état de dissociation.

» L'existence de ces hydrates est établie tant par la chaleur dégagée que par leur cristallisation à basse température; mais ils sont instables, car le vide ou un simple courant gazeux en sépare, à froid, la totalité de l'ammoniaque.

» La dilution de l'ammoniaque cesse de donner lieu à des effets thermiques appréciables à partir de $9H^2O^2$ environ, c'est-à-dire d'une concentration voisine de celle pour laquelle la dilution de la potasse ou de la soude commence à absorber de la chaleur.

» 4. Un volume d'eau dissout à — 16 degrés : 1270 volumes de gaz ammoniac environ. La liqueur saturée renferme moins d'oxygène qu'il ne conviendrait à un hydrate, AzH^3O^2, comparable à l'hydrate de potasse, KHO^2.

» 5. Le volume moléculaire d'une solution d'ammoniaque (*)

$$AzH^3 + nH^2O^2$$

peut être représenté par

$$V = 18n + 24 - \frac{1,2}{n}.$$

On voit que la différence entre le volume de la solution et celui de l'eau qu'elle renferme ($18n$) tend vers une valeur constante, à mesure que la liqueur devient plus étendue, précisément comme pour les hydracides. Mais, circonstance remarquable, les effets sont opposés : en effet, les solutions des hydracides se contractent quand on les étend d'eau; tandis que *les solutions ammoniacales se dilatent par la dilution,* et cela malgré la chaleur dégagée dans la réaction. Si l'on admet la densité 0,76 donnée pour le gaz ammoniac liquéfié par Faraday, on trouve même que la dilatation débute à partir du gaz liquéfié, dont le volume est $22^{cc},4$.

» 6. Ces différences deviennent plus frappantes, si l'on compose les volumes moléculaires des solutions d'ammoniaque avec celles des solutions de potasse et de soude. L'écart, très-grand dès le début, va croissant avec la dilution, puisque l'une des liqueurs se dilate, tandis que les autres se contractent.

(*) Calculée d'après la densité donnée plus haut et d'après celles de M. Carius (*Ann. der Ch. und Ph.*, XCIX, p. 163; 1856); à l'exception du dernier nombre du tableau de cet auteur, nombre évidemment inexact, et que j'ai remplacé par trois autres, dus à M. Thomsen, pour les solutions étendues.

Solutions concentrées.

	$NaHO^2 + 3H^2O^2$		$AzH^3, H^2O^2 + 3H^2O^2$		$KHO^2 + 3H^2O^2$
Occupe......	$54^{cc} + 10^{cc},3$		$54^{cc} + 41^{cc},7$		$54^{cc} + 17^{cc},4$
Différences...		$31^{cc},4$		$24^{cc},3$	

Solutions étendues.

	$NaHO^2 + 200H^2O^2$		$AzH^3, H^2O^2 + 200H^2O^2$		$KHO^2 + 200H^2O^2$
Occupe......	$1800^{cc} - 5^{cc}$		$1800^{cc} + 42^{cc}$		$1800^{cc} + 4^{cc}$
Différences...		47^{cc}		38^{cc}	

» Les travaux moléculaires accomplis dans la dilution de l'ammoniaque sont donc très-différents de ceux que produisent les alcalis fixes.

» 7. Les sels de l'ammoniaque et des alcalis fixes ne diffèrent pas moins dans leurs volumes moléculaires, à l'état solide ou dissout.

» Sous forme solide, le chlorhydrate d'ammoniaque (AzH^4Cl) occupe un volume ($36^{cc},5$) un peu moindre que le chlorure de potassium ($KCl = 38^{cc},5$); de même l'azotate d'ammoniaque ($AzO^6AzH^4 = 47^{cc}$) comparé à l'azotate de potasse (48^{cc}). Mettons ces sels en présence de l'eau : le chlorhydrate, comme l'azotate d'ammoniaque, se dilate d'abord en se dissolvant pour former des liqueurs saturées, le volume des liqueurs surpassant de 4 centimètres cubes environ les volumes réunis de l'eau et du sel; puis la dilution produit à la fois une absorption de chaleur et une contraction qui ramène le volume de la liqueur à être à peu près la somme de ceux de l'eau et du sel solide, pour le chlorhydrate comme pour l'azotate.

» Les deux sels de potasse, au contraire, donnent lieu à une contraction dès le début, voisine de 8 centimètres cubes pour les solutions saturées et qui croît encore de plusieurs centimètres cubes, et progressivement, avec la dilution, toujours avec absorption de chaleur.

» Entre les volumes moléculaires des solutions étendues ($200H^2O^2$) des sels de potasse et d'ammoniaque correspondants, l'écart, sans être constant, demeure voisin de 10 centimètres cubes, et c'est le volume du sel ammoniacal dissous qui surpasse celui du sel de potasse dissous, contrairement à ce qui arrive pour les sels solides.

» Un tel excès (10^{cc}) est néanmoins bien moindre que celui qui sépare les deux alcalis dissous (38^{cc}). En d'autres termes, la contraction que l'on observe dans la formation d'un sel, au moyen de l'acide et de la base étendus, est plus grande pour le sel ammoniacal dissous, et surtout so-

lide, que pour le sel potassique correspondant. Cependant la chaleur dégagée dans la formation du composé est moindre de $+1^{Cal},30$ pour le sel ammoniacal dissous.

» La substitution théorique de la potasse à l'ammoniaque dans un sel dissous produit donc à la fois un dégagement de chaleur et une dilatation, c'est-à-dire deux effets physiques que l'on a coutume de regarder comme opposés l'un à l'autre.

» Toutes ces circonstances se retrouvent, aux valeurs numériques près, dans la formation comparée des sels de soude et des sels d'ammoniaque. Elles montrent comment on passe par des travaux successifs de l'état moléculaire du gaz ammoniac, AzH^3, qui appartient à un type bien différent de celui de l'hydrate de potasse, KHO^2, à l'état moléculaire du chlorhydrate, $(AzH^4)Cl$, ou de l'azotate, $AzO^6(AzH^4)$, d'ammoniaque, lesquels appartiennent au même type que le chlorure, KCl, ou l'azotate, AzO^6K, de potassium.

II. — Chaux, Baryte et Strontiane.

» 1. J'ai mesuré la chaleur dégagée lorsqu'on fait agir sur chacune de ces bases, anhydre, hydratée et dissoute, l'acide chlorhydrique étendu : j'ai pris soin d'opérer chaque fois la dissolution *totale* de la base, précaution dont l'oubli expose aux erreurs les plus graves, à cause de la lenteur avec laquelle s'effectue l'hydratation des dernières portions de matière. Enfin la pesée de la base avant l'expérience, comparée avec le titre acide de la liqueur après l'expérience, permet de contrôler la pureté des corps employés : l'accord a été trouvé absolu pour la chaux; il existait à un demi-centième pour les hydrates de strontiane et de baryte, à un centième seulement pour la baryte anhydre, plus difficile à purifier.

» 2. J'ai trouvé (trois essais pour chaque nombre) :

CaO anhydre + HCl ($1^{éq}=6^{l}$)	+23,03	CaO diss. ($1^{éq}=25^{l}$)+HCl($1^{éq}=2^{l}$).	+13,98
CaO, HO+eau=sol. sat. ($1^{gr},4=1^{l}$).	+ 1,5	CaO sol. sat. + son vol. d'eau(*), env.	+ 0,4
BaO anhydre + HCl ($1^{éq}=6^{l}$).....	+27,79	BaO diss. ($1^{éq}=5^{l}$)+HCl ($1^{éq}=2^{l}$) .	+13,85
BaO, HO fondue + HCl ($1^{éq}=6^{l}$)...	+18,98	BaO, 10HO crist. (**)+HCl($1^{éq}=6^{l}$).	+ 6,82
BaO diss. ($1^{éq}=5^{l}$)+son vol. d'eau.	+ 0,12		

(*) Ce nombre n'est pas très-sûr, à cause de la petitesse de l'écart thermométrique dont il est déduit.

(**) Cette formule, de même que celle de la strontiane hydratée, concorde avec mes analyses.

SrO anhydre (*) + HCl ($1^{éq} = 6^{l}$)..	+27,4	SrO diss. ($1^{éq} = 10^{l}$) + HCl ($1^{éq} = 2^{l}$).	+14,02
SrO, HO fondue + HCl ($1^{éq} = 6^{l}$)..	+18,84	SrO, 10 HO crist. + HCl ($1^{éq} = 6^{l}$)...	+ 6,48
SrO diss. ($1^{éq} = 10^{l}$) = son vol. d'eau.	+ 0,00		

» 3. Il est facile de tirer de ces nombres la chaleur dégagée dans la formation ou la dissolution des divers hydrates des terres alcalines.

1° *Monohydrates* : MHO^2.

CaO + HO = CaO, HO dégage......	+ 7,55	(**)
BaO + HO = BaO, HO »	+ 8,81	
SrO + HO = SrO, HO »	+ 8,6	

» Ces trois valeurs diffèrent peu.

» La dissolution de la base anhydre dans l'eau dégage :

CaO, liqueur saturée...	+ 9,05	Liqueur étendue...	+ 9,5 environ
BaO » ...	+13,94	» ...	+14,06
SrO » ...	+13,4	» ...	+13,4

Dissolution de CaO, HO, liqueur saturée...	+ 1,5
» BaO, HO, » ...	+ 5,13
» SrO, HO, » ...	+ 4,82

2° *Hydrates du second ordre.*

$BaHO^2$ + 9HO dégage..................	+ 12,16
$SrHO^2$ + 9HO »	+ 12,36

» La chaleur dégagée pendant la dilution d'une solution saturée de chaux semble indiquer quelque tendance à la formation d'un hydrate plus avancé que CaO, HO et analogue aux précédents ; mais il n'existe probablement qu'à l'état de dissociation dans les liqueurs :

Dissolution de $BaHO^2$ + 9HO, liqueur saturée....	− 7,03
» $SrHO^2$ + 9HO, »	− 7,54

» Nous rentrons ici dans les phénomènes normaux de la dissolution, laquelle absorbe, en général, de la chaleur.

(*) La strontiane anhydre contenait un peu de chaux, dont j'ai dû tenir compte dans le calcul. Les hydrates étaient, au contraire, tout à fait purs.

(**) Hess a donné + 6,5; Favre et Silbermann + 4,0, soit 21,0 − 17,0; les derniers auteurs donnent encore, pour la dissolution de BaO anhydre, 30,0 − 15,4 = 14,6; et pour celle de SrO, 27,3 − 14,5 = 12,8.

» 4. La chaleur dégagée pendant la formation des hydrates du second ordre est à peu près la même pour la baryte ou la strontiane que pour la potasse ($KHO^2 + 4HO$ dégage $+12,49$). Mais ce dernier composé renferme moins d'eau : chaque équivalent HO dégage $+3,12$ en s'unissant avec KHO^2, au lieu de $+1,36$ dégagé avec $BaHO^2$ ou $SrHO^2$.

» La chaleur dégagée pendant la dilution des solutions saturées de potasse rend d'ailleurs probable l'existence d'hydrates plus avancés que le précédent et analogues à ceux de baryte ou de strontiane.

» Dans tous les cas, pour les trois alcalis la chaleur dégagée par l'union de 1 équivalent d'eau varie avec le degré de la combinaison, et elle est moindre pour les derniers hydrates que pour les premiers.

» 5. Voici une autre remarque assez intéressante. Tous les nombres thermiques relatifs à la baryte ou à la strontiane, combinées soit avec l'acide chlorhydrique, soit avec l'eau, dans diverses proportions, sont extrêmement voisins; ce parallélisme, plus étroit que pour la potasse comparée à la soude, atteste l'extrême *similitude des travaux développés dans les réactions semblables que les deux terres alcalines peuvent exercer.*

III. Sur la constitution des dissolutions alcalines.

» 1. Tous ces faits concourent à établir que les liqueurs alcalines ne renferment pas les alcalis anhydres à l'état de simple solution, ni même les monohydrates alcalins; mais elles contiennent en réalité, et au même titre que les hydracides, divers hydrates définis, formés par l'association de plusieurs molécules d'eau avec une molécule d'hydrate alcalin. Certains de ces hydrates ne sont pas complétement formés dans les liqueurs concentrées; mais leur formation s'achève peu à peu par l'addition de l'eau. Énumérons les preuves à l'appui de cette opinion.

» 2. L'existence de ces hydrates dissous trouve un premier appui dans la formation des *hydrates cristallisés*, tels que ceux de potasse, $KHO^2 + 4HO$, de soude, $NaHO^2 + 3HO$ et $7HO$; de baryte, $BaHO^2 + 9HO$, et de strontiane, $SrHO^2 + 9HO$, etc.

» 3. Les épreuves physiques concourent à la même démonstration. Par exemple, M. Wüllner a reconnu, par l'étude de beaucoup de sels, que la *tension de vapeur d'eau émise par une solution saline* éprouve une diminution proportionnelle au poids du sel dissous; en appliquant la même règle aux solutions alcalines concentrées, elle ne se vérifie, d'après le même auteur, que si l'on admet pour le corps dissous la composition des hydrates cris-

tallisés KHO^2, $4HO$ et $NaHO^2$, $3HO$. MM. Rudorff et Coppet, en déterminant l'abaissement du *point de congélation* des solutions salines et alcalines, ont été conduits à la même opinion; ce dernier savant admet même l'existence de plusieurs hydrates dans les liqueurs.

» 4. Telle est aussi la conclusion à laquelle je suis conduit par les études thermiques; la chaleur dégagée indique l'existence et la formation de plusieurs hydrates successifs, sous forme solide ou dissoute.

» Mais ces hydrates, ou pour mieux dire la composition des liqueurs dans lesquelles la combinaison entre l'eau et l'alcali tend à devenir complète, paraissent assez compliqués.

» En effet, c'est au voisinage de $KHO^2 + 7H^2O^2$ et de $NaHO^2 + 6H^2O^2$ que le *changement de courbure* des lignes thermiques indique quelque chose de spécial, correspondant soit à des hydrates définis, soit plutôt, je le répète, au terme auquel la formation des hydrates véritables demeure accomplie sous l'influence d'un excès d'eau convenable.

» 5. La même opinion peut être appuyée sur les épreuves de *précipitation des sels par déshydratation.* En effet, les solutions concentrées de potasse enlèvent de l'eau à une solution saturée de chlorure de potassium, et en précipitent le sel vers 12 degrés, tant que les solutions alcalines renferment moins de $6H^2O^2$ pour KHO^2. Au delà, c'est-à-dire quand la potasse est un peu plus étendue, le phénomène cesse complétement.

» De même la solution saturée de chlorure de sodium est précipitée à froid par les solutions de soude, jusque vers la composition $NaHO^2 + 4H^2O^2$. Ce sont donc là, vers la température ordinaire, des limites d'équilibre entre l'eau et les hydrates alcalins, limites voisines de celles qui résultent des lignes de courbure.

» 6. L'existence des hydrates alcalins, incomplétement formés dans des liqueurs concentrées et qui se complètent progressivement par le fait des additions d'eau, explique, à mon avis, le changement de signe de certaines *réactions qui se renversent avec la concentration.*

» Telles sont les métamorphoses de l'oxyde d'argent en chlorure par une solution étendue de chlorure de potassium, et le changement inverse du chlorure d'argent en oxyde par une solution concentrée de potasse (Gregory). La première réaction répond à un dégagement de $+ 6^{Cal},3$ environ, nombre trop fort pour être compensé par la simple chaleur de dilution de la potasse. Il faut donc admettre que la réaction inverse s'effectue en principe entre des composés moins hydratés, sinon même séparés de l'eau; opi-

nion qui s'applique à la fois au chlorure de potassium (*) et à l'hydrate de potasse.

» Or l'observation a prouvé que le changement de signe de la réaction répond à peu près à la composition d'une liqueur renfermant $KHO^2 + 8H^2O^2$, c'est-à-dire au terme même vers lequel la formation des hydrates alcalins stables devient complète, d'après ce qui précède. On est donc autorisé à penser que les liqueurs plus concentrées renferment deux hydrates, l'un complétement, l'autre incomplétement formé; c'est l'énergie exprimée par la chaleur d'hydratation correspondant à la portion de potasse incomplétement combinée (**), qui intervient pour effectuer le travail nécessaire à l'accomplissement de la réaction inverse. J'ai déjà proposé cette explication pour les réactions inverses des hydracides. Elle me paraît rendre compte également des actions réciproques qui président à la préparation des lessives caustiques, c'est-à-dire à la décomposition du carbonate de potasse par l'hydrate de chaux, dans une liqueur étendue, opposée à la réaction inverse de la potasse concentrée sur le carbonate de chaux. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la répartition de la potasse et de la soude dans les végétaux* (5e Mémoire); par M. **Eug. Peligot.**

« Je me propose de soumettre à l'Académie la suite de mes études sur le rôle des alcalis, la potasse et la soude, dans la production des végétaux. J'ai montré, dans des Communications antérieures, dont la première remonte à l'année 1867, que, contrairement aux déductions qu'on peut tirer de l'analyse des cendres fournies par un grand nombre de plantes cultivées, ces cendres, riches en potasse, sont exemptes de soude. L'absence de cet alcali ne peut être attribuée à l'absence des sels de soude, notamment du sel marin, dans le sol et dans les engrais; car, à côté de ces plantes, il s'en développe d'autres qui renferment de la soude en notable quantité.

» Ces faits, à la vérité, ont été d'abord contestés. On a objecté que si certaines plantes cultivées ne contiennent pas de soude, il en est autrement pour ces mêmes plantes lorsqu'elles végètent dans les terrains salés, situés à proxi-

(*) *Voir* mes recherches sur les déplacements réciproques des acides dans leurs sels alcalins, *Comptes rendus*, t. LXXV, 435, 480, 538, 583.

(**) On s'exposerait à de graves erreurs si l'on voulait exprimer directement cette énergie par la chaleur de dilution rapportée à la totalité de l'alcali dissous; mais il serait facile de l'en déduire si l'on connaissait la proportion relative de l'hydrate, qui n'est pas encore complétement combiné dans la liqueur : j'ai donné ce calcul pour les hydracides.

mité de la mer. Je crois avoir établi que le sel qu'on a trouvé dans les cendres de ces plantes vient, non du terrain, mais de l'air qui les environne; il se fixe à la surface de la plante, par suite d'un transport purement mécanique. Les terrains conquis sur la mer, comme les polders de la baie de Bourgneuf, ne deviennent eux-mêmes propres à la culture qu'autant qu'ils ont été préalablement dessalés par l'eau pluviale; de sorte que, à partir du moment où la récolte devient productive, ils ne contiennent pas plus de sels de soude que les terres arables situées à une grande distance de la mer.

» Une autre objection m'a été faite : quelques chimistes ont pensé que, si la soude fait défaut dans les produits que j'ai étudiés, ce résultat doit être attribué à la volatilisation du sel marin pendant l'incinération des plantes.

» Je croyais avoir répondu à cette critique, lorsque j'ai insisté maintes fois sur la nécessité de pratiquer cette incinération à une température aussi basse que possible, sauf à obtenir des cendres noires ou grises, contenant, par conséquent, une certaine quantité de charbon non brûlé; néanmoins, comme c'est là une question de mesure et comme il est parfaitement exact qu'en chauffant fortement les cendres on peut en chasser complétement les chlorures qu'elles renferment, je demande la permission d'indiquer ici le résultat d'une expérience synthétique ayant pour objet de fixer la part d'erreur qu'on peut attribuer à cette disparition des chlorures alcalins.

« On a mouillé avec de l'eau contenant $0^{gr},1$ de sel marin 10 grammes de feuilles de mûrier séchées à l'air et on les a incinérées après nouvelle dessiccation; leur cendre, lessivée, traitée par l'acide azotique et l'azotate d'argent, a fourni $0^{gr},260$ de chlorure d'argent.

» D'autre part, on a déterminé le chlore préexistant sous forme de chlorure de potassium dans 10 grammes des mêmes feuilles; on a obtenu $0^{gr},013$ de chlorure d'argent, qu'on a soustraits du poids indiqué ci-dessus. Or $0^{gr},247$ de chlorure d'argent équivalent à $0^{gr},100$ de sel marin; ils représentent par conséquent exactement le poids du sel marin que j'avais ajouté aux feuilles.

» D'autres expériences, instituées dans le même but, ont donné les mêmes résultats.

» Les expériences que j'ai maintenant à faire connaître à l'Académie ont pour objet de résoudre cette question : une plante arrosée périodiquement pendant tout le temps nécessaire à son développement avec de l'eau tenant en dissolution du sel marin ou de l'azotate de soude, absorbe-t-elle une certaine quantité de soude et emprunte-t-elle au sol d'autres éléments que des plantes de la même espèce, cultivées dans des conditions iden-

tiques, arrosées les unes avec de l'eau ordinaire, les autres avec des solutions renfermant des sels de potasse ou de magnésie.

» Pour résoudre cette question, on a semé au mois de juillet dernier un nombre égal de haricots dans douze pots à fleurs en terre poreuse, d'assez grande dimension; la capacité de ces vases était de 13 à 15 litres; ils contenaient 20 à 23 kilogrammes de terre. Celle-ci avait été rendue homogène autant que possible par le pelletage : une analyse sommaire faite sur cette terre préalablement desséchée lui assigne la composition suivante :

Matières organiques	8,2
Carbonates de chaux et de magnésie	11,6
Argile	20,0
Sable	60,2
	100,0

» La terre contenait, en outre, en quantités convenables, les éléments fertilisants, la potasse, l'acide phosphorique, l'oxyde de fer, etc., qu'on rencontre dans une terre de jardin de qualité ordinaire.

» Chaque expérience a été faite en double; les pots numérotés 1 et 2 ont reçu chacun 10 litres d'eau de Seine; n°s 3 et 4, 5 litres de la même eau contenant 1 gramme de sel marin par litre et plus tard 5 autres litres contenant 2 grammes; n°s 5 et 6, 15 grammes de chlorure de potassium; n°s 7 et 8, 15 grammes d'azotate de soude; n°s 9 et 10, 15 grammes d'azotate de potasse; n°s 11 et 12, 15 grammes de sulfate de magnésie et d'ammoniaque, ces divers sels étant dissous dans les quantités d'eau indiquées ci-dessus.

» Dès le début, il a été facile de constater l'effet pernicieux du sel marin sur la végétation, alors même qu'on l'emploie à si faible dose : les plants soumis à son action étaient beaucoup plus chétifs que les autres; les feuilles étaient jaunes et contrastaient avec la coloration vert foncé des autres lots : la floraison s'est accomplie tardivement et une des tiges a péri. Après la récolte, chaque lot (tiges, feuilles et graines) pesait 75 à 100 grammes après dessiccation; le poids de celui qui avait reçu le chlorure de sodium n'était que de 55 grammes (1).

» Après la levée des graines, on a conservé dans chaque pot quatre tiges. Les pots étaient placés les uns à la suite des autres, en plein air, sans abri, reposant sur une longue planche en bois. A partir du 28 juillet jusqu'au 14 septembre, ils ont été arrosés simultanément avec la même quantité d'eau soit pure, soit tenant en dissolution les diverses substances salines à des doses déterminées; les arrosages étaient plus ou moins rapprochés selon les besoins de la plante en raison de la sécheresse ou de la pluie; du 28 juillet au 23 août, chaque lot a reçu cinq fois 1 litre d'eau contenant 1 gramme du sel employé; puis, à partir de cette époque, les plantes étant assez vigoureuses pour supporter sans inconvénient des doses plus fortes, on a employé 2 grammes du même sel pour la même quantité d'eau (soit de l'eau contenant deux millièmes) pour les cinq derniers arrosages. Le 14 septembre, les graines étant mûres, on a mis fin à l'expérience.

(1) Dans une autre série d'expériences, des haricots arrosés avec de l'eau contenant 1 millième de sel marin n'ont pas germé, même après le déplacement de l'eau salée par de l'eau ordinaire.

» Après la dessiccation de chacun des lots à l'air et à l'étuve, l'incinération en a été faite à une température très-menagée. Le poids des cendres a varié entre 10 et 14 pour 100 de matière sèche.

» En les lessivant, on en a séparé les produits solubles d'avec les produits insolubles, qui sont, comme on sait, la silice, les carbonates et les phosphates de chaux et de magnésie, les oxydes de fer et de manganèse et le charbon non brûlé. La lessive étant évaporée, on obtient le *salin* qui contient les sels de potasse, quelquefois aussi les sels de soude, sous forme de carbonates, de sulfates et de chlorures.

» Le tableau qui suit donne la composition de ces cendres :

Composition des cendres des haricots arrosés avec diverses dissolutions salines.

	Nos 1 et 2. Eau (de Seine) sans addition.	Nos 3 et 4. Chlorure de sodium.	Nos 5 et 6. Chlorure de potassium.	Nos 7 et 8. Azotate de soude.	Nos 9 et 10. Azotate de potasse.	Nos 11 et 12. Sulfate de magnésie et d'ammoniaque.
Silice	7,2	15,2	13,6	10,4	12,1	13,0
Chaux	29,6	26,5	22,7	21,8	18,5	24,9
Phosphate de magnésie.	11,2	9,5	8,5	9,2	8,2	11,2
Magnésie	2,0	2,4	1,6	1,5	0,9	2,0
Acide carbonique	9,0	6,1	11,8	17,1	17,8	6,9
Matières insolubles	59,0	59,7	58,2	60,0	57,5	58,0
Carbonate de potasse	33,0	6,6	4,5	28,3	28,2	23,8
Chlorure de potassium.	0,6	26,5	27,2	3,4	4,7	4,7
Sulfate de potasse	7,4	7,2	10,1	8,3	9,6	13,5
Matières solubles	41,0	40,3	41,8	40,0	42,5	42,0

» En comparant les nombres fournis par ces analyses, on voit que le rapport qui existe entre les produits solubles et le résidu non soluble a peu varié; il est compris entre 40 et 42,5 de salin contenu dans 100 de cendres.

» La même remarque peut être faite à l'égard des diverses substances qui composent le produit que l'eau ne dissout pas; les différences ne sont pas assez marquées pour qu'il soit permis d'en tirer quelque déduction sur l'influence que les divers sels employés ont exercée sur la nature et sur la quantité des produits conservés par la plante. Pour faire utilement cette comparaison, il eût fallu incinérer séparément chacune des parties du végétal, les cendres des graines comparées aux cendres des tiges ou des feuilles présentant des différences bien autrement considérables que celles qui sont indiquées dans ce tableau. Ce n'était pas le but que je me proposais d'atteindre dans cette recherche.

» Il convient néanmoins de constater que l'emploi du sulfate de magnésie ammoniacal n'a pas déterminé l'absorption d'une proportion de

magnésie plus considérable que celle qui se rencontre dans les autres lots : celui qui n'a reçu que de l'eau pure en renferme exactement la même proportion (1).

» L'étude des produits solubles présente, au contraire, un grand intérêt. J'avais à y rechercher la soude introduite dans le sol sous forme de chlorure ou d'azotate, en quantité relativement considérable, à peu près égale au poids total des matières minérales que les plantes avaient absorbées; en raison de la surface des pots, la dose de ces sels ajoutée à la terre représente environ 3000 kilogrammes à l'hectare. A aucun moment, les radicelles de la plante n'ont pu être soustraites, par la pluie ou par l'arrosage, au contact de ces dissolutions qui s'accumulaient dans le sol au fur et à mesure des progrès de la végétation. Cependant on voit, en jetant les yeux sur ce tableau, que le sel marin, l'azotate de soude ont été absolument délaissés par les plantes; *aucune des cendres ne renferme de la soude.*

» Ce résultat m'a tellement surpris que j'ai d'abord hésité à le publier, bien que les conditions dans lesquelles il a été obtenu fussent de nature à m'inspirer quelque confiance : toutes les opérations, le dosage des dissolutions, leur emploi, la récolte, l'incinération, l'analyse des cendres, sont le produit d'un travail exclusivement personnel. En supposant que je me sois trompé en étiquetant les plantes ou leurs cendres, les conclusions resteraient les mêmes; dans ces expériences, qui ont été faites en double, toutes les cendres ont été analysées et la soude ne s'est rencontrée dans aucune d'elles.

» Ainsi, une plante qu'on arrose pendant quarante-cinq jours avec des dissolutions de sel marin ou d'azotate de soude emprunte au terrain dans lequel elle se développe les sels de potasse qu'elle y rencontre; elle y laisse les sels de soude qu'on a mis à sa discrétion. En comparant l'analyse des

(1) Le phosphate de magnésie ($2MgO, PhO^5$) provient de la calcination du phosphate ammoniaco-magnésien qu'on sépare au moyen de l'ammoniaque, après que la silice et la chaux ont été dosées par les méthodes ordinaires; la magnésie qui reste dans la liqueur ammoniacale, à la suite de la séparation par le filtre du sel magnésien, est obtenue par l'addition du phosphate de soude. Il est digne de remarque que, dans ces plantes, l'acide phosphorique et la magnésie se trouvent à très-peu près dans les mêmes rapports que dans le phosphate ammoniaco-magnésien; ce résultat vient à l'appui de l'opinion de M. Boussingault sur le rôle que ce dernier sel exerce sur le développement des végétaux. Les oxydes de fer et de manganèse que ces cendres ne renferment qu'en très-petite quantité n'ont pas été dosés séparément : ils sont précipités avec le phosphate de magnésie ammoniacal, ce qui explique peut-être l'excès de magnésie par rapport à l'acide phosphorique que ces analyses ont fourni.

salins fournis par les différents lots, on serait porté à admettre, en ce qui concerne les cendres des plantes soumises au régime de l'azotate de soude, que ce sel est resté intact et sans emploi dans le sol, puisque ces cendres ont la même composition que celles qui ont été fournies par les autres plants; mais cette supposition ne saurait être admise : on ne peut contester les propriétés fertilisantes de ce sel, qui n'agit, par conséquent, que par l'acide qu'il renferme, et qui probablement se combine, par double décomposition, avec une autre base, la potasse ou la chaux.

» Cette double décomposition est rendue évidente par la nature du salin fourni par les plantes arrosées avec le chlorure de sodium; car si ce métal ne s'y trouve pas, le chlore s'y rencontre en très-grande proportion; en effet, ce salin ne renferme pas moins de 65,7 pour 100 de chlorure de potassium. Cette quantité est sensiblement la même pour les plantes arrosées avec ce dernier sel; les autres n'en contiennent que des quantités beaucoup plus faibles : 1,4 pour 100 pour celles qui n'ont reçu que de l'eau et 11 pour 100 environ pour les autres.

» Il convient, en outre, de faire remarquer que l'addition des sels de potasse pour les lots 5-6 et 9-10 n'a pas augmenté sensiblement la proportion de cet alcali dans les cendres : pour les plantes, comme pour les animaux, la faculté d'assimilation se trouve probablement resserrée dans des limites très-étroites; aux unes comme aux autres, on ne fait pas absorber au delà de ce qui est nécessaire à leur existence et à leur développement. Ainsi, dans ces expériences, le terrain étant suffisamment pourvu de la potasse, de la chaux, de la magnésie, des acides phosphorique et sulfurique, du fer, etc., nécessaires à la végétation, les plantes n'ont rien emprunté aux dissolutions. Si le chlore, qui se trouve en quantité si considérable dans les plantes arrosées avec les chlorures alcalins, semble faire exception, ce résultat peut provenir de ce que ce terrain n'en contenait pas au début de l'expérience une quantité qui fût en rapport avec le pouvoir absorbant de la plante. Aussi, contrairement aux conséquences qu'on peut tirer d'analyses de cendres plus ou moins bien exécutées, je suis disposé à admettre que si les engrais ont la faculté d'accroître, au point de vue du poids de la récolte, la production agricole, ils modifient bien peu la nature et la quantité des produits minéraux qui s'accumulent dans la plante considérée comme individu. Les opinions de M. Chevreul sur les engrais complémentaires sont conformes à cette manière de voir, avec cette réserve toutefois que, pour la plupart des plantes cultivées, la soude doit être retranchée désormais de la liste de ces engrais.

» Pour compléter l'exposé des résultats que je viens de faire connaître à l'Académie, je dois indiquer les méthodes que j'ai suivies pour les obtenir, afin que chacun puisse apprécier les garanties d'exactitude qu'elles peuvent offrir. On sait qu'il n'y a aucune relation à chercher entre la nature d'une cendre et l'état dans lequel les éléments minéraux qui la constituent se trouvaient dans la plante vivante. Il en est de même, une fois l'incinération de la plante effectuée, des différents produits qu'on en retire; ainsi le traitement par l'eau donne lieu à des doubles décompositions desquelles il résulte que les corps qu'on sépare successivement sont, même dans la cendre, engagés dans des combinaisons fort différentes de celles dont on sépare les éléments.

» Pour rechercher la soude, la partie soluble des cendres a été traitée par l'eau de baryte en excès et soumise à un traitement que j'ai décrit précédemment avec détail; ou bien le salin est transformé en sulfate; on ajoute à la dissolution de l'acétate de baryte; la liqueur, après séparation par le filtre du sulfate de baryte, est évaporée à siccité et le résidu est chauffé au rouge naissant; on le reprend par l'eau qui ne dissout que les carbonates alcalins : ceux-ci sont transformés en chlorures.

» Le produit qui provient du traitement, par l'un ou l'autre de ces procédés, du salin des haricots soumis à l'action du sel marin ou de l'azotate de soude, a été analysé de la manière suivante : on ajoute à la dissolution d'un poids connu du chlorure ou des chlorures à analyser un léger excès de chlorure de platine; le mélange, contenu dans une petite capsule de porcelaine, est évaporé au bain-marie. On le délaye dans de l'alcool absolu, contenant le cinquième de son volume d'éther; après un repos de douze heures, on décante la liqueur qui surnage et qui est absolument limpide; on lave à plusieurs reprises, *par décantation*, avec le même liquide alcoolique, le chlorure double de platine et de potassium; après dessiccation, on pèse ce sel dans la capsule; comme il est très-dense, il se prête très-bien à ces lavages (1).

» En traitant ainsi le salin des plantes arrosées avec le sel marin, j'ai obtenu les résultats suivants :

» $0^{gr},235$ de chlorure ont donné $0^{gr},765$ de sel de platine contenant $0^{gr},2336$ de chlorure de potassium. C'est, à moins de 2 milligrammes près, la quantité de matière employée : cette matière est donc du chlorure de potassium pur.

» Pour le salin des plantes soumises à l'action de l'azotate de soude, on a pris $0^{gr},350$ de chlorure et l'on a obtenu $1^{gr},138$ de sel de platine qui représentent $0^{gr},3475$ de chlorure de potassium. La conclusion à tirer de cette analyse est la même que pour celle qui précède : c'est du chlorure de potassium pur.

---

(1) Les liqueurs décantées contiennent le chlorure de sodium mélangé avec le chlorure de platine employé en excès; le résidu qu'elles fournissent par l'évaporation étant légèrement calciné, permet d'obtenir le chlorure de sodium.

Voici une expérience synthétique qui montre le degré d'approximation que donne ce procédé : on a pris $0^{gr},300$ de chlorure de potassium et $0^{gr},062$ de sel marin; on a obtenu $0^{gr},967$ de chloroplatinate de potasse qui contiennent $0^{gr},295$ de chlorure de potassium.

» Mais comment ces résultats doivent-ils être interprétés? Quels sont les phénomènes qui se produisent quand une plante, arrosée avec le sel, retient le chlore, tandis que la soude n'est pas absorbée? La question est complexe et les éléments pour la résoudre sont bien insuffisants. Ce n'est donc qu'avec beaucoup de réserve qu'on peut hasarder quelques hypothèses.

» Au point de vue purement chimique, il faudrait d'abord savoir dans quel état se trouvent les différents éléments solubles qu'on met en contact avec un liquide qui les dissout : ainsi de l'eau salée rencontre dans la terre des sels solubles de potasse, de chaux, de magnésie, avec lesquels elle se trouve mélangée, et qui donnent lieu à des décompositions dont la constatation par des procédés directs nous échappe absolument; néanmoins, dans l'expérience faite avec le chlorure de sodium, il est permis de supposer qu'en présence du sulfate de chaux il se fait du sulfate de soude que la plante délaisse et du chlorure de calcium qu'elle absorbe. Rien ne prouve, jusqu'à présent, que le chlorure de calcium ne joue pas un rôle utile dans la production végétale, au moins dans les conditions un peu exceptionnelles que présente un terrain riche en sel marin et néanmoins propre à fournir des récoltes. Je dois rappeler d'ailleurs que l'existence du chlorure de calcium dans les sols salés et calcaires a été démontrée récemment d'une manière très-nette par M. Schlœsing, dans des expériences instituées dans une direction toute différente (1).

» Cette manière d'expliquer les faits observés ne repose que sur des faits purement chimiques : peut-être conviendrait-il de faire intervenir d'autres éléments, tels que la décomposition possible du calcaire sous l'influence simultanée du sel marin et des radicelles de la plante, la formation lente et incessante des azotates dans une terre calcaire et peu salée, etc.; mais pour aborder utilement la solution expérimentale de ces questions complexes et difficiles, il faudrait suivre et étudier la production des végétaux dans des terrains artificiels, parfaitement connus et titrés : ces recherches seraient longues et dispendieuses, et je ne suis pas en mesure de les entreprendre.

» En dehors des expériences qui font l'objet de ce travail, j'en ai fait d'autres en même temps dans les mêmes conditions sur la betterave, plante qui possède la faculté d'emprunter le sel marin au sol ou aux engrais. Je demanderai à l'Académie la permission de les lui soumettre dans une prochaine séance. »

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1326.

M. **P. Thenard**, après avoir entendu la lecture du Mémoire de M. Peligot, s'exprime comme il suit :

« Le Mémoire que vient de lire M. Peligot me rend compte d'un fait singulier qui s'est produit dans nos cultures.

» Ayant substitué à l'acide sulfurique, dans la défécation des betteraves pour distillerie, une part importante de sel marin, les fumiers qui dérivèrent des pulpes ainsi traités furent portés sur un champ argileux de bonne qualité. La récolte qui suivit (année 1865) fut de 74 tonnes de betteraves à l'hectare, chiffre anormal et très-forcé, eu égard au climat et à la nature du sol. Depuis, ce champ n'a plus donné de bonnes récoltes.

» D'après les expériences de M. Peligot, ne faut-il pas croire que le sel marin a pressé l'assimilation de la majeure partie de la potasse assimilable à bref délai, en sorte que, cette potasse ayant passé dans la première récolte et fait, par suite, défaut dans les suivantes, celles-ci, de ce fait, ont manqué? Cette explication paraît d'autant plus probable que des apports de cendres, opérés en divers points du champ, y ont produit un effet favorable. »

M. **d'Abbadie**, en faisant hommage à l'Académie du dernier fascicule de sa « Géodésie d'Éthiopie, » s'exprime comme il suit :

« Cette livraison contient enfin la 504e et dernière page de mon livre. J'y donne aussi, en dix planches, les formes et les dimensions de quelques instruments employés dans mon voyage, ainsi que les croquis des signaux relevés et les profils, faits avec la règle à calcul, de cinq chaînes de montagnes, dont une, celle du Rare, a été dessinée de deux côtés opposés. Dix cartes du pays parcouru représentent les positions relatives de plus de huit cents lieux, avec leurs altitudes en mètres, le tout ayant été déterminé par des relèvements croisés pris au théodolite. Une carte d'ensemble donne, enfin, l'indication des principaux triangles employés et des deux bases qui ont servi à en fournir les dimensions réelles. Ces bases se contrôlent mutuellement. Elles ont été mesurées astronomiquement, c'est-à-dire par des observations de latitudes, reliées ensemble au moyen d'azimuts réciproques. La première de ces bases a environ 93000 mètres de longueur; dans la seconde, qui est un peu plus grande et située à 2°,4 plus au sud, l'azimut qui fournit la différence des longitudes se déduit d'un quadrangle géodésique. Le réseau d'azimuts forme une suite liée depuis la mer par 15°36′ de latitude jusqu'à 7°51′ dans l'intérieur du continent, avec un parcours de 3 degrés en longitude. Celle-ci est établie par treize occultations d'étoiles

observées en six lieux différents. Dans une septième station, la différence de longitude qui résulte de la chaîne d'azimuts a été confirmée, à 2',8 près, par 56 distances zénithales de la Lune.

» Ce travail de Géodésie expéditive montre aux voyageurs le parti qu'on peut tirer des signaux naturels, même quand on ne peut pas les choisir comme dans la Géodésie ordinaire. En mesurant leurs hauteurs angulaires vues de chacune de mes 325 stations, j'ai pu obtenir aussi une suite continue d'altitudes relatives : leurs valeurs absolues ont été contrôlées par deux cents observations, soit du baromètre, soit surtout de l'hypsomètre.

» Si l'on veut juger de l'espace parcouru et de la direction suivie dans mon voyage des bords de la mer Rouge jusqu'à Saqa, on n'a qu'à tracer sur la carte de France une ligne droite de Calais à Bayonne.

» Outre l'usage de plusieurs méthodes nouvelles, ce qui distingue surtout mon Ouvrage, c'est la publication de tous les détails des observations. Chacun pourra donc refaire mes calculs à son gré et en apprécier les résultats. »

RAPPORTS.

NAVIGATION. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Bertin, *relatif à la résistance opposée par la carène des navires aux mouvements de roulis.*

(Commissaires : MM. Pâris, Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme rapporteur.)

« L'objet principal de la Note de M. Bertin est d'exposer les résultats d'expériences qu'il a faites sur la décroissance du roulis en eau calme résultant de la résistance passive des carènes lorsqu'on fait cesser la force qui a produit le mouvement de roulis.

» L'auteur termine par des considérations générales propres à faire ressortir l'importance de cette mesure de la décroissance du roulis en eau calme et dans les conditions précitées. Il signale en même temps toutefois l'insuffisance de cette mesure à certains égards pour l'étude du roulis sur la houle.

» Il a été ainsi conduit à rechercher un programme d'expériences nécessaires à exécuter, tant dans les ports qu'à la mer, pour élucider cette question du roulis des navires encore obscure en bien des points.

» Lorsqu'on veut étudier les mouvements de rotation d'un navire autour de ses axes instantanés d'oscillation latérale, abstraction faite des mouvements de translation de son centre de gravité, qui le plus souvent accom-

pagnent les mouvements de rotation, on a à tenir compte des forces suivantes :

» 1° L'action de la pesanteur agissant sur l'ensemble du corps flottant, combinée avec les forces d'inertie des diverses masses mises en mouvement.

» 2° La poussée hydrostatique de l'eau exercée sur ce corps flottant.

» 3° La résultante des actions hydrodynamiques, agissant sur ce même corps flottant et qui ont leur origine dans la vitesse relative de la surface immergée et de l'eau avoisinante. Ces actions hydrodynamiques se décomposent elles-mêmes en deux sortes : les *unes*, qui sont à proprement dire des résistances passives provenant du roulis relatif de la carène du navire, par rapport à la normale à la surface de l'eau qui la porte; les *autres*, résultant du mouvement même de cette eau et de la déformation angulaire des prismes dont sa masse peut être considérée comme composée. Suivant que le déplacement angulaire est de même sens que le roulis relatif ou de sens contraire, il active ou ralentit le roulis relatif, tandis que, les actions hydrodynamiques de la première sorte n'étant que des résistances provenant du mouvement, elles ne peuvent que le modérer et jamais le faire naître. De ces deux actions hydrodynamiques, la résistance passive des carènes résultant du mouvement même du roulis est la seule à laquelle se rapportent les essais accomplis par M. Bertin.

» L'autre action, beaucoup moins importante d'ailleurs, ne paraît susceptible que d'une évaluation théorique et approximative.

» Les expériences décrites dans le Mémoire de M. Bertin, pour la mesure de la résistance passive des carènes dans leurs mouvements de rotation latérale, se rattachent aux calculs contenus dans la Note présentée par le même auteur, le 11 avril 1870, à l'Académie des Sciences, et qui ont été publiés dans le *Recueil des Sociétés savantes*.

» Par ces calculs on a vu que :

» 1° Sur un navire soumis à une houle synchrone avec son roulis, chaque vague produirait, si les résistances passives de la carène à ce roulis n'existaient pas, une augmentation $\Delta\varphi$ d'amplitude sur un angle de roulis φ, qui serait égale approximativement à l'inclinaison Θ des vagues au point d'inflexion.

» 2° La résistance des carènes, si elle était seule en jeu dans les mêmes circonstances, produirait, d'un roulis au roulis suivant, une diminution $\Delta\varphi$ égale approximativement à $N\varphi^2$, N étant un coefficient constant pour chaque carène. Par suite de ces deux propositions, le roulis accumulé par

les vagues synchrones atteint son maximum d'amplitude quand on a

$$N\Phi^2 = \Theta,$$

d'où

$$\Phi = \sqrt[2]{\frac{\Theta}{N}}.$$

» Les expériences nouvelles de M. Bertin donnent précisément la valeur du coefficient N pour diverses carènes expérimentées par lui à ce point de vue.

» En appelant M le moment de résistance de la carène à la rotation, pour une vitesse angulaire égale à 1, et Σmr^2 le moment d'inertie du navire autour de l'axe du roulis, on trouve que l'expression analytique de N est

$$N = \frac{4}{3}\frac{M}{\Sigma mr^2} \times \text{arc de 1 degré}.$$

» N étant connu et Σmr^2 étant donné pour la durée T_n des oscillations, on peut calculer et discuter les valeurs M et rechercher ainsi les moyens pratiques de réduire l'amplitude *maxima* du roulis.

» Les valeurs de Φ, calculées ainsi par M. Bertin, au moyen des nombres qu'il a expérimentalement trouvés pour N, sont bien en rapport avec les grands coups de roulis observés pour des navires à la mer.

» En faisant Θ (l'inclinaison de la vague au point d'intersection) égal à 8°,75, on arrive aux valeurs suivantes de Φ pour les carènes qui la représentent :

Carène amphidrome de forme fine ou très-accusée, sans addition de quille latérale	23°,84
La même, avec addition de deux quilles latérales	20,41
La même, avec quatre quilles latérales	17,28
Chaland ordinaire à couples carrés	26,89
Petit remorqueur du port de Cherbourg	26,04
Transport-écurie *le Calvados*	23,03
Corvette rapide *l'Hirondelle*	20,56

» Si l'on cherche à diminuer Φ en augmentant le moment de résistance M opposé par la carène à la rotation, il faut, pour obtenir des résultats sensibles, employer des moyens très-énergiques. Aussi les valeurs de Φ pour les bâtiments essayés par M. Bertin ne diffèrent entre elles que du quart du nombre le plus fort, malgré des différences considérables dans les formes de carène, soit au maître couple, soit aux extrémités. En effet, les quatre quilles latérales ajustées à la carène du premier navire expérimenté n'ont

diminué que d'un quart environ le roulis maximum, et elles présentaient une surface de résistance comprise entre le quart et le cinquième de la surface du plan vertical longitudinal immergé.

» M. Bertin, en rapprochant l'expression de Φ, que nous avons dit être égale à $\sqrt[2]{\frac{\Theta}{N}}$, de l'expression connue de la durée du roulis, qui est $T = \Pi \sqrt[2]{\frac{\Sigma mr^2}{P(\rho - a)}}$, s'est attaché à étudier le rôle de la distribution du poids qui agit à la fois sur l'amplitude des mouvements angulaires de roulis et sur leur durée.

» Il fait voir notamment que des translations de poids propres à diminuer l'amplitude du roulis augmentent en général sa vivacité, et réciproquement; mais que toutefois une translation de poids, qui, tout en diminuant le *moment d'inertie*, diminuerait en même temps le moment de stabilité $p(\rho - a)$ dans une proportion plus forte, peut être avantageuse à deux points de vue, en modérant à la fois l'*amplitude* et la *vivacité* des mouvements de roulis.

» L'amplitude maxima φ ne suffit point pour caractériser les navires au point de vue de l'importance de leurs oscillations. Il faut distinguer, d'une part, l'amplitude maxima que M. Bertin propose d'appeler la *mobilité* et l'amplitude moyenne et habituelle qu'il appelle l'*agitation* et qui, parvenue à une réduction relative, pourrait être par opposition qualifiée de *tranquillité*.

» C'est qu'il y a en effet des navires à *grand roulis* ou à *petit roulis maxima*, des navires *agités* ou *tranquilles* qu'il ne faut pas confondre avec les navires peu *stables* ou *très-stables;* car au contraire les navires *très-stables* sont en général *très-agités* par le roulis.

» Pour arriver à mieux connaître les lois de la *tranquillité* des navires, il faudrait de nombreuses observations, et tout d'abord posséder, comme point de départ de ces observations, un instrument et un programme.

» Pour arriver à des conclusions certaines, il faut mesurer à la fois les vagues et le roulis, afin de dégager la loi suivant laquelle les roulis dépendent du rapport de leur durée à celle de la succession des vagues.

» L'instrument que M. Bertin a proposé à cet effet, et dont il a déjà donné en 1869 la première idée, présente des dispositions analogues à celles qu'a adoptées M. Fraude, occupé en ce moment, en Angleterre, à des recherches analogues, quoique indépendantes de celles qui font l'objet du travail de M. Bertin.

» Cet instrument comprend deux pendules, dont les dimensions et le moment d'inertie sont calculés de telle sorte que l'un mette 50 secondes et l'autre une demi-seconde à faire une oscillation d'un bord sur l'autre.

» Si l'on considère une vague de 5 secondes, le grand pendule aura pour période dix fois sa durée, le petit pendule le dixième de sa durée. Ces pendules ne prendront ni l'un ni l'autre de mouvement sensible qui leur soit propre.

» *S'ils ne sont pas trop loin de l'axe de rotation du roulis*, alors ils marqueront, par rapport au plan vertical longitudinal du navire, le premier le roulis absolu, le second le roulis relatif du navire sur la normale à la lame; à condition toutefois, pour la seconde assertion, que les dimensions de la lame soient considérables par rapport au volume de la carène portée sur elle. La différence de ces deux angles sera l'inclinaison des vagues.

» Des pinceaux traceurs placés en face l'un de l'autre à l'extrémité de rayons égaux donneront deux courbes dont l'examen et la discussion seront faciles.

» Cet instrument est en construction à Cherbourg, conformément à une dépêche du Ministre de la Marine du 26 décembre dernier.

» En présence de l'intérêt incontestable que présente le travail de M. Bertin, votre Commission a l'honneur de vous proposer de décider qu'il sera inséré dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Sur les conditions d'intégrabilité des équations simultanées aux dérivées partielles du premier ordre d'une seule fonction;* Mémoire de M. Collet, présenté par M. Bertrand. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bonnet, Puiseux, Bertrand.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour objet l'étude des relations qui existent entre les fonctions que l'on calcule, d'après la Méthode de Jacobi, pour former, en les égalant à zéro, des équations qui, jointes à celles d'un système proposé d'équations simultanées aux dérivées partielles du premier ordre d'une seule fonction et ne satisfaisant pas immédiatement aux conditions d'intégrabilité, forment un système intégrable lorsque les équations proposées sont susceptibles d'admettre des solutions communes.

» Si $f_1 = 0$, $f_2 = 0, \ldots, f_m = 0$ sont m équations renfermant n variables indépendantes $q_1, q_2, \ldots, q_n$, et les dérivées partielles $p_1, p_2, \ldots, p_n$, prises par rapport à ces variables, d'une fonction z, qui d'ailleurs n'entre pas dans ces équations, pour que ces équations admettent des solutions communes, on sait que, en posant

$$(1) \qquad (f_i, f_k) = \sum_{h=1}^{h=n} \left(\frac{df_i}{dq_h} \frac{df_k}{dp_h} - \frac{df_i}{dp_h} \frac{df_k}{dq_h} \right),$$

les fonctions $f_1, f_2, \ldots, f_m$ doivent satisfaire, prises deux à deux, à des conditions de la forme

$$(2) \qquad (f_i, f_k) = 0,$$

conditions qui doivent être satisfaites soit identiquement, soit en vertu des équations proposées, soit enfin en vertu de relations ultérieurement établies entre les variables $p_1, p_2, \ldots, p_n, q_1, \ldots, q_n$. Dans ce dernier cas, on adjoint l'équation (2) aux proposées, et l'on soumet le nouveau système aux mêmes opérations que le premier, en opérant comme précédemment pour toute condition qui n'est pas immédiatement satisfaite, et l'on continue ainsi jusqu'à ce que l'on arrive à un système de m' équations satisfaisant aux conditions d'intégrabilité. Alors, si l'on a $m' \leq n$, il existe des solutions communes; au contraire, le problème est impossible si l'on a $m' > n$, et il suit de là que l'on peut arrêter les calculs lorsque le nombre des équations égale celui des variables.

» Mais, pour décider de la possibilité ou de l'impossibilité du problème, il ne faut conserver que des équations réellement distinctes, et, pour cela, il importe de connaître les relations qui existent *a priori* entre les fonctions diverses que l'on obtient en effectuant l'opération (1), soit avec les fonctions proposées, soit avec celles qui résultent déjà de cette opération.

» Ces relations sont remarquables et nombreuses, et les résultats auxquels je suis parvenu sont absolument indépendants de toute hypothèse particulière sur la forme des fonctions.

» J'appelle *fonctions complexes* celles qu'on déduit des fonctions proposées $f_1, f_2, \ldots, f_m$ au moyen de l'opération (1), et, parmi ces fonctions complexes, je distingue, sous le nom de *fonctions canoniques*, celles qui sont formées par des combinaisons successives de fonctions simples f_1, $f_2, \ldots, f_m$.

» Cela posé, en partant d'un lemme dû à Jacobi, je démontre d'abord

que toute fonction complexe peut se développer linéairement en fonctions canoniques; je donne la loi générale de ce développement, et, de l'étude attentive de cette loi, je déduis quelques théorèmes généraux nécessaires pour la suite de ce travail.

» D'après ce qui précède, il suffit donc de considérer les fonctions canoniques; mais elles ne sont pas toutes distinctes, et les relations qu'elles présentent peuvent se grouper en deux catégories. Les premières sont déduites de la formule identique

$$(3) \qquad (\varphi, \psi) + (\psi, \varphi) = 0,$$

où φ et ψ sont des fonctions quelconques, simples ou complexes, des variables $p_1, p_2, \ldots, p_n, q_1, \ldots, q_n$. Quant aux dernières, si l'on représente par le symbole (φ, ψ, θ) le résultat de l'opération (1) appliqué au fonctions φ et ψ, puis à la fonction obtenue et à θ, qui est une fonction analogue aux précédentes, elles seront fournies par l'identité

$$(4) \qquad (\varphi, \psi, \theta) + (\theta, \varphi, \psi) + (\psi, \theta, \varphi) = 0,$$

qui constitue précisément le lemme de Jacobi, auquel nous faisions précédemment allusion.

» En remplaçant, dans les formules (3) et (4), les lettres φ, ψ, θ par des fonctions quelconques, simples ou complexes, et développant tous les termes, on obtiendra, toutes les fois que les résultats ne seront pas identiques, des relations entre des fonctions canoniques.

» Je démontre alors que l'on a toutes les relations que peuvent donner ces formules, en supposant que les fonctions qui y entrent soient toutes canoniques; que les relations que peut donner la formule (4) ne sont distinctes de celles fournies par la formule (3) que si aucune des fonctions φ, ψ, θ n'est simple; enfin, que l'on a toutes les relations que peut donner la formule (3), en supposant que l'une des fonctions qui y entrent soit simple.

» Si aucune de ces dernières relations n'était identique, leur nombre serait précisément égal à celui des fonctions canoniques, et, par suite, les fonctions distinctes que l'on pourrait généralement déduire des fonctions données $f_1, f_2, \ldots, f_m$, par l'opération (1), formeraient un cycle fermé; mais il n'en est rien, et je démontre qu'il est des fonctions canoniques, dont je donne la forme générale, qui n'entrent dans aucune relation, et qui, par suite, sont certainement distinctes. Comme d'ailleurs on peut composer indéfiniment de ces fonctions, il résulte que le nombre des fonc-

tions distinctes que l'on peut déduire d'un groupe donné de fonctions, en leur appliquant l'opération considérée au début de cette Note, ainsi qu'aux fonctions qui résultent déjà de cette opération, est en général illimité. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Études sur les eaux publiques de Versailles.* Note de M. G. GRIMAUD (de Caux). (Extrait.)

(Commissaires : MM. Dumas, Chevreul, Élie de Beaumont, Peligot, Daubrée, Belgrand.)

« Versailles reçoit trois sortes d'eaux : 1° des eaux de source; 2° des eaux d'étangs artificiels; 3° des eaux de rivière puisées dans la Seine, à Marly, et poussées jusqu'à la butte de Picardie, au bout de l'avenue de Saint-Cloud.

» Dès le principe, les eaux de la Seine et des sources furent seules destinées à l'économie domestique. Les eaux des étangs furent recueillies surtout pour alimenter le parc avec abondance, et pour arroser et nettoyer la ville. Aujourd'hui, les eaux de source ne sont pas à considérer, leur produit étant comparativement très-faible et quelquefois nul.

» I. Les étangs sont situés sur le vaste plateau qui s'étale entre Rambouillet et Palaiseau. Ils occupent, dans leur ensemble, 685 hectares de terrain, et les surfaces versantes, à travers lesquelles serpentent les rigoles qui leur amènent les eaux du ciel, sont évaluées à 15000 hectares. Lorsqu'ils sont pleins, les étangs contiennent 7971727 mètres cubes d'eau. D'après des observations continuées pendant dix années consécutives, sous la direction de M. Vallès, la pluie permettrait de disposer annuellement de 4300000 mètres cubes.

» Les rigoles se développent sur une étendue de 157 kilomètres, dont 122 kilomètres à découvert, 34 kilomètres en souterrain, et plus de 540 mètres en viaduc. Quand on visite, pas à pas, ces rigoles et ces étangs artificiels, l'idée seule d'un pareil travail témoigne de la grandeur du monarque qui a su attirer à lui des hommes pour l'exécuter. L'un des Membres les plus illustres de l'Académie des Sciences, l'abbé Picard, est l'auteur de la théorie générale du nivellement, qu'il a vérifiée personnellement par des applications sur la plus grande échelle.

» II. L'eau des étangs aboutit, à Versailles, à deux réservoirs principaux : au réservoir de Gobert, à l'extrémité de l'avenue de Sceaux, et au réservoir de Montbauron, situé sur une hauteur entre l'avenue de Paris et l'avenue de Saint-Cloud.

» Les étangs ne sont pas tous dans les mêmes conditions. Les uns sont à bords plats; quand l'eau diminue, ils découvrent une certaine zone de terrain qui devient marécageuse. Les autres sont endigués; l'abaissement du niveau de l'eau n'a aucune influence sur eux.

» Ces eaux des lacs n'ont jamais pu être l'objet d'un danger réel pour la salubrité. S'il en eût été autrement, les successeurs de Louis XIV n'auraient-ils pas déserté le séjour de Versailles bien avant la révolution de 1793?...

» Le quartier Saint-Louis a ses maisons construites entre deux grandes pièces d'eau. D'un côté, le réservoir de Gobert présente à l'évaporation une surface de 17318 mètres carrés; de l'autre côté, en face de l'Orangerie, la pièce d'eau des Suisses étale une nappe d'eau de 120000 mètres carrés de superficie. Le quartier Saint-Louis n'a-t-il pas toujours été recherché avec le même empressement que les autres, par les chefs de famille qui, ayant leurs loisirs, veulent avoir du repos et de la santé pour le temps qui leur reste à vivre?

» III. Il ne faut pas faire le procès à l'eau de Seine, prise à Marly, et employée à Versailles pour les usages domestiques; la machine la puise en plein courant, et la distance qu'il y a de Clichy et d'Asnières ne permet pas à la contamination de produire, dans la santé publique, des offenses appréciables.

» Si l'on voulait arguer de quelques atomes d'ammoniaque, il faudrait sans doute en prendre son parti, comme on l'a pris de tout temps, en considérant qu'avec les nécessités de notre vie matérielle il n'y a, ni à la campagne, ni à la ville, nul refuge possible contre des émanations plus ou moins abondantes de ce gaz.

» Dans le monde entier et dans tous les temps, c'est le long des cours d'eau, sur les bords des rivières, que les villes se sont fondées. Le fait est que les eaux de pluie et les eaux courantes sont les meilleures, quand elles sont bien aménagées. Outre l'expérience qui démontre cette vérité, il y a la raison scientifique. Le mouvement à l'air libre et au soleil les sature d'oxygène, en même temps qu'il les débarrasse des sels qui peuvent être tenus en dissolution par des excès d'acide.

» IV. Versailles est l'une des villes de France les mieux approvisionnées en eaux publiques, soit par les étangs, soit par la Seine. Au point de vue hygiénique, le seul qui jusqu'à ces derniers temps ait été moins considéré dans cette question des eaux publiques, on arrive à cette conviction:

» *Pour les étangs*, que leur régime sera parfait quand, par la construction de

simples digues en talus, ils seront tous transformés en bassins à bords francs;

» *Pour la Seine*, que, en ajoutant aux machines Dufrayer une machine à vapeur destinée à fonctionner dans les temps de crues, la ville en retirera, à quelque époque de l'année que ce soit, tous les services qu'elle peut désirer pour ses besoins économiques. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *L'usage des débris d'animaux tuberculeux peut-il donner lieu au développement de la phthisie pulmonaire?* Note de M. G. Colin. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Cl. Bernard, Bouley.)

« On s'est hâté, dans ces dernières années, d'après des études incomplètes, de déclarer le tubercule inoculable par les voies digestives, et de considérer l'usage de la chair des animaux phthisiques comme susceptible de déterminer l'une des plus graves maladies de l'espèce humaine. Quoique ces conclusions aient paru prématurées, elles ont causé quelque émotion, au point qu'on s'est demandé s'il n'y avait pas lieu d'interdire la vente de la viande des bêtes phthisiques, ou tout au moins d'y apporter de sévères restrictions.

» ..... Les résultats que j'ai constatés sur une trentaine d'animaux sont très-nets, et permettent de conclure que l'ingestion réitérée et en masse de la matière tuberculeuse, crue, à ses divers états, celle de la chair, du sang, des mucosités bronchiques provenant de sujets tuberculeux, ne donnent lieu ni à la phthisie pulmonaire, ni à aucune autre tuberculisation viscérale. En d'autres termes, ils prouvent, je crois, que le tubercule n'est point inoculable par les voies digestives, et que l'usage de la chair des animaux phthisiques n'offre pas les dangers qu'on lui a supposés. Je suis convaincu que ces résultats seront ceux de tous les expérimentateurs qui auront soin de ne pas opérer sur des sujets tuberculeux, et qui s'abstiendront de faire avaler par force la matière tuberculeuse, écrasée et délayée, laquelle, en tombant dans les voies aériennes, peut donner lieu à des pneumonies caséeuses, plus ou moins étendues.

» Il resterait à chercher si l'innocuité de la matière tuberculeuse dans les voies digestives est due à ce que cette matière, comme les venins et les virus, est peu endosmotique, ou à ce qu'elle est altérée et digérée à la manière des substances azotées ordinaires. J'examinerai cette question dans une autre Note. »

CHIMIE. — *Action de l'ozone sur l'alcool absolu; combinaison du cyanogène avec l'hydrogène, sous l'influence des effluves électriques.* Note de M. A. **Boillot.**

(Commissaires : MM. Fremy, H. Sainte-Claire Deville, Jamin.)

« Lorsqu'on fait arriver directement, dans de l'alcool absolu, l'oxygène ou l'air ayant traversé l'appareil à effluves dont j'ai donné la description, on ne tarde pas à constater la formation des acides acétique et formique; l'éther acétique lui-même paraît faire partie des composés produits dans cette circonstance. Mais, parmi ceux-ci, il en est un qui a plus spécialement attiré mon attention : c'est une poudre blanche, qui se dépose par l'évaporation à l'air de la liqueur obtenue; cette poudre est soluble dans l'alcool et dans l'eau; mais, en raison de la petite quantité que j'ai examinée, je n'ai pu encore déterminer sa nature.

» L'expérience dont j'ai déjà parlé, concernant l'action des effluves sur un mélange de cyanogène et d'hydrogène, a été répétée et a fourni de l'acide cyanhydrique en quantité notable. D'autres produits l'accompagnent; mais, comme cette opération nécessite des conditions particulières pour donner un résultat tout à fait satisfaisant, j'attends qu'il me soit possible de réaliser ces conditions pour la reprendre, car elle me semble offrir un véritable intérêt.

» L'appareil dont je me sers fonctionne toujours avec efficacité; les résultats qu'il donne ne diffèrent que par les variations de la température de la quantité d'électricité donnée par les piles, de la force de la bobine d'induction, etc. J'ai plusieurs appareils construits depuis quelques mois, et leur fonctionnement ne semble pas avoir éprouvé d'altération. »

M. **de Rostaing** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 3 janvier 1859, et qui contient un Mémoire concernant l'action du fer doux sur l'aiguille de la boussole.

Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel : le Mémoire sera soumis à l'examen d'une Commission composée de MM. Fizeau, Jamin, Dupuy de Lôme.

M. **Pallas** adresse une Note intitulée : « Explication des modifications de courbure qu'éprouvent les tubes courbes à parois flexibles, lorsqu'ils sont soumis à des pressions intérieures ou extérieures ».

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

M. LETELLIER adresse une Note relative à un liquide dont il propose l'emploi contre le *Phylloxera*. Ce liquide, dont l'auteur a indiqué l'efficacité, il y a déjà quinze ans, contre les divers insectes, se compose de 8 grammes de potasse rouge, 8 grammes de fleur de soufre et 8 grammes de savon, dissous à chaud dans 1 litre d'eau.

M. STAGNO-COLOMBO adresse une Note relative à un appareil destiné à l'emploi du pétrole contre le *Phylloxera*.

M. GAUDIN adresse une Note concernant la production des brouillards artificiels pour prévenir la congélation de la vigne, et l'indication d'une solution saline pour détruire le *Phylloxera*.

(Ces trois Communications sont renvoyées à la Commission du *Phylloxera*.)

MM. C. PAQUELIN et L. JOLLY adressent un Mémoire intitulé : « Recherches des principes phosphatés dans les excréments humains ».

(Renvoi au Concours de Physiologie expérimentale.)

M. BAUDON adresse un Mémoire relatif à la « taille hypogastrique ».

(Renvoi au Concours du prix Godard.)

M. BILLET adresse une Note concernant sa nacelle aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. LEYMERIE, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. PERRIER prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place de Membre appartenant au département de la Guerre, laissée vacante au Bureau des Longitudes par le décès du maréchal *Vaillant*.

(Renvoi à la Commission.)

M. BOUQUET DE LA GRYE prie l'Académie de le comprendre parmi les

candidats à la place laissée vacante au Bureau des Longitudes par le décès du contre-amiral *Mathieu*.

(Renvoi à la Commission.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une collection de divers Mémoires de M. *de Luca*, relatifs à la solfatare de Pouzzoles;

2° Trois ouvrages de M. Th. du Moncel, intitulés : « Études du dessin de paysage d'après nature », « Le manoir de Tourlaville » et « De Venise à Constantinople à travers la Grèce, et retour par Malte, Messine, Pizzo et Naples ». (Renvoi à la Commission nommée pour préparer une liste de candidats à une place d'Académicien libre.)

M. le Secrétaire perpétuel signale à l'Académie la première Partie d'un Ouvrage de M. *Gr. West*, intitulé : « Statistique des volumes des équivalents chimiques et questions moléculaires », et donne lecture d'une Note manuscrite, indiquant le but que s'est proposé l'Auteur :

« M. West remonte des volumes des corps composés aux volumes des corps simples; puis il se sert des volumes des corps simples pour représenter les volumes des corps composés, en ne comparant que les corps de même dilatabilité, ce qui se pratique en considérant les plus dilatables à des températures basses, et les moins dilatables à de hautes températures. En multipliant les observations sur la dilatabilité, on obtiendrait, à son avis, à l'égard des propriétés chimiques des corps et de leurs propriétés physiques, des relations d'une précision comparable à celle que les astronomes obtiennent dans la prévision des phénomènes célestes.

» Dans les substances de même dilatabilité, les volumes sont commensurables; leurs communes mesures constituent le volume *uniforme des sous-molécules*. Le même corps simple contient un certain nombre de sous-molécules, qui dépend de son rôle chimique. Dans les composés, on distingue plusieurs composants, les uns possédant la propriété des acides, d'autres celle des bases, d'autres la propriété désoxydante des aldéhydes, et beaucoup enfin le caractère des corps neutres. Les éléments composés possèdent toujours la même propriété chimique.

» Dans la Chimie organique ternaire, les éléments composés, au nombre d'une vingtaine, en s'ajoutant les uns aux autres, forment des milliers de substances; ils les caractérisent et les classent.

» L'Auteur propose une explication des volumes des sous-molécules; puis il explique l'expansion en multiples des volumes des corps simples, ou leur contraction en sous-multiples.

» L'Auteur s'appuie sur l'hétérogénéité des diverses portions d'une molécule composée, pour supposer la polarité électrique des molécules.

» A l'aide de la polarité moléculaire, il explique :

» 1° L'accord des substitutions avec l'électrochimie, ce qui fait disparaître entre deux écoles de chimistes le point de division;

» 2° Les phénomènes de l'électricité de tension ou l'étincelle électrique, sans recourir à l'hypothèse des fluides électriques;

» 3° La conductibilité électrique, ce que personne n'avait tenté de faire;

» 4° La déphlogistication des métaux;

» 5° Les actions réciproques des électrodes et leurs inductions, sans recourir à l'hypothèse des courants électriques;

» 6° Les actions réciproques entre les aimants, les substances diamagnétiques et les électrodes, sans recourir à l'hypothèse des fluides magnétiques.

» A l'aide de la chaleur atomique des substances et des vibrations de l'éther, l'Auteur croit pouvoir expliquer les phénomènes de la gravitation, tout en écartant l'hypothèse des propriétés attractives des matières pondérables.

» En attribuant à la surface des molécules des saillies et des cavités, l'Auteur ramène l'explication des actions électriques à une simple question d'arrimage.

» Enfin, en se servant des mouvements moléculaires pour interpréter la chaleur, la lumière, l'électricité, le magnétisme, les combinaisons chimiques et la gravitation, l'Auteur vent rendre palpable ce qui n'était que vaguement soupçonné, c'est-à-dire que ces diverses manifestations de la matière correspondent à des équivalents mécaniques. »

ASTRONOMIE. — *Nouvelle observation de la Comète II*, 1867. Extrait d'une Lettre de M. Stephan à M. Le Verrier.

	Heure de l'observ. (T. M. de Marseille.	Ascension droite apparente.	Distance polaire apparente.
1873. Mai 1.....	$13^h 17^m 24^s$	$16^h 37^m 51^s,59$	$103° 11' 52'',3$

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1873,0.

Nom de l'étoile.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
738 W. H. XVI *a.c.*.	$16^h 39^m 39^s,59$	$103° 6' 19'',2$	Lal. 1. Weisse 2

« L'observation n'est pas corrigée de la parallaxe. »

PHYSIQUE. — 3ᵉ *Note sur les effets produits par les courants électriques sur le mercure immergé dans différentes solutions;* par M. Th. du Moncel.

« Dans mes deux dernières Communications sur l'action produite par les courants sur le mercure immergé dans les solutions de sel mario, de cyanure de potassium, etc., j'avais attribué principalement l'origine du courant secondaire, qui se produit en même temps que le courant de polarisation, à une action résultant de la combinaison des deux gaz dégagés aux deux électrodes; mais des expériences ultérieures m'ont démontré, comme je l'ai du reste indiqué dans le journal *Les Mondes* du 24 avril, que l'effet est plus complexe et doit se rapporter principalement à l'action même des métaux entrant dans ces solutions salines, et *amalgamés* au mercure sous l'influence électrique. Ce qui m'avait fait hésiter à admettre dans l'origine cette explication, c'était la croyance dans laquelle j'étais, que le potassium et le sodium, en présence de l'eau, doivent plutôt se transformer en potasse ou en soude que de s'allier au mercure, comme cela a du reste lieu avec une électrode de platine; mais ayant enlevé le globule de mercure électrolysé de sa solution, l'ayant lavé dans de l'eau distillée, et remis dans un bain d'eau distillée, j'ai reconnu qu'il dégageait encore de l'hydrogène et que l'eau était devenue *alcaline,* au point de ramener au bleu le tournesol rougi par un acide. Après cette expérience, le doute n'était plus possible, et, comme avec la solution de chlorhydrate d'ammoniaque l'amalgame d'ammonium est visible à l'œil, je pouvais bien admettre qu'il doit en être de même du sodium et du potassium. Dès lors, tous les effets que j'ai signalés dans mes deux Notes trouvent une explication très-facile.

» Les travaux que j'ai entrepris depuis sur cette question m'ont démontré que, conformément aux observations de M. Planté, le mercure employé comme électrode dans un électrolyte doit entraîner la création de courants secondaires, plus ou moins forts suivant l'énergie des effets chimiques développés à l'électrode mercurielle, quelle que soit sa polarité.

» Quand le mercure constitue l'électrode négative, ces courants secondaires proviennent le plus souvent des amalgames formés, et alors l'énergie de ces courants dépend du degré d'oxydabilité du métal allié au mercure, du degré de concentration de la solution, de la facilité plus ou moins grande que les métaux des solutions ont de s'allier au mercure, enfin de la plus ou moins grande stabilité de leur combinaison saline. La prolongation d'action de ces courants, d'un autre côté, semble être en rapport avec le temps de l'électrolysation, et dépendre des diverses circonstances qui permettent aux

métaux de s'allier en plus grande quantité au mercure. Généralement, en effet, la première action de ces courants secondaires, qui est combinée à celle du courant de polarisation dû à la réaction des éléments gazeux, reste à peu près la même, que l'électrolysation dure cinq ou quinze minutes, mais les différences sont grandes après cinq ou dix minutes d'interruption du courant polarisateur. Quelquefois aussi, il se forme sur les électrodes négatives, quand elles sont inoxydables, des dépôts particuliers qui, sans être un métal, sont susceptibles de fournir une réaction chimique énergique; c'est ce qui arrive avec la solution de sel ammoniac, quand l'électrode négative est constituée par une lame de platine; il se produit alors un courant secondaire, très-éphémère, il est vrai, qui peut atteindre au premier moment une intensité de 40 degrés, alors que cette intensité n'est guère que de 56 à 60 degrés avec l'amalgame d'ammonium, et on remarque sur la lame de platine un dépôt brunâtre qui y reste fortement adhérent.

» Une chose assez importante à constater, c'est qu'une faible proportion d'un sel capable de fournir un courant secondaire énergique, introduite dans une solution saline constituée par un sel qui ne peut en déterminer aucune, rend cette solution apte à en provoquer d'assez intenses. Ainsi une solution de sulfate de bioxyde de mercure pur ne donne lieu, avec une électrode de mercure négative, qu'à un courant secondaire à peine appréciable. Or il suffit de quelques parcelles de bicarbonate de soude ou de sulfate de zinc, dans cette solution, pour fournir un courant secondaire énergique; c'est ce qui fait que les piles à sulfate de mercure qui ne se polarisent que très-faiblement, quand elles sont neuves, deviennent très-inconstantes quand elles ont servi pendant quelque temps, et que le mercure réduit, en contact avec le charbon, est baigné par une solution liquide plus ou moins imprégnée de sulfate de zinc, ou autres sels impurs qui existent toujours dans les sulfates d'oxydule de mercure du commerce. C'est pour cette raison que j'avais conseillé de constituer les vases poreux de ces sortes de piles avec un double fond percé de trous, pour isoler le charbon du mercure et du liquide chargé de sulfate de zinc (1).

» Quand le mercure constitue l'électrode positive, il se produit également des courants secondaires très-énergiques, qui proviennent le plus souvent de l'oxydation du mercure, et de la réduction des sels qui en résultent par l'hydrogène condensé sur l'électrode négative. Ces courants sont beaucoup moins durables que ceux qui sont formés à l'électrode négative, et les plus

(1) Voir mon *Exposé des applications de l'électricité*, 2e édition, t. V, p. 91.

SOLUTIONS (le sel entrant pour un quart du poids de l'eau).	ÉTAT de la solution	COURANT INITIAL avant l'électrolysation	INTENSITÉ DU COURANT SECONDAIRE — avec le mercure négatif. au début	après 2 min.	après 5 min.	après 10 min.	après 15 min.	avec le mercure positif. au début	après 2 min.	après 5 min.	après 10 min.	après 15 min.	avec une lame négative en platine. au début	après 2 min.	après 5 min.	après 10 min.	après 15 min.	SENS DU MOUVEMENT du mercure aux fermetures du courant
			de l'interruption du courant polarisateur					de l'interruption du courant polarisateur.					de l'interruption du courant polarisateur.					
Eau distillée............	Neutre....	0 0	2.00	0.00	″	″	″	1.30	0.00	″	″	″	2.00	0.00	″	″	″	vers +
Eau de fontaine.......	Neutre..	0.6	9.00	1.30	0.00	″	″	3.30	0.00	″	″	″	4.00	0.00	″	″	″	vers +
Eau acidulée au dixième......	Acide.....	0.40	4.00	0.00	″	″	″	15.00	2.30	″	″	″	5.00	0.00	″	″	″	0 0
Chlorure de sodium.	Neutre-alcal après l'électr.	0.10	25.00	10.40	11.20	4.50	0.00	6.00	0.00	″	″	″	15.30	0.35	0.00	″	″	vers +
Potasse du commerce........	Neutre....	0.20	24.00	14.00	7.45	″	0.00	6.00	0.00	″	″	″	16.30	0.12	0.00	″	″	vers +
Bicarbonate de soude......	Neutre....	0.20	35.00	15.00	10.10	19.00	17.20	13.00	0.00	″	″	″	6.00	0.00	″	″	″	vers +
Sulfate de soude..........	Lég. acide.	0.42	30.00	18.30	16.40	12.30	5.30	31.00	0.00	″	″	″	12.10	0.55	0.00	″	″	vers +
Sulfate de chaux..........	Neutre...	0.00	16.30	6.00	4.00	2.00	0.40	13.00	0.00	″	″	″	6.30	0.00	″	″	″	v. + et —
Chlorhydrate d'ammoniaque..	Lég. acide	0.18	56.00	3.30	0.00	″	″	40.00	2.30	0.00	″	″	40.00	1.35	0.24	0.00	″	vers +
Oxalate d'ammoniaque.......	Alcalin ..	0.00	27.00	0.00	″	″	″	19.00	1.00	0.00	″	″	3.30	0.00	″	″	″	vers +
Sulfate de bioxyde de mercure.	Fort. acide.	2.30	5.00	0.00	″	″	″	4.00	0.00	″	″	″	2.00	0.00	″	″	″	vers o
Sulfate de zinc..............	Lég. acide.	0.00	17.30	3.48	1.48	0.50	0.30	36.00	3.00	1.30	0.00	″	19.15	4.10	3.00	2.00	1.40	vers —
Sulfate de cuivre............	Lég. acide.	0.00	5.00	0.00	″	″	″	13.00	0.10	0.00	″	″	3.00	0.00	″	″	″	vers —
Sulfate de fer...............	Lég. acide.	0.10	16.30	0.40	0.00	″	″	30.00	1.30	0.00	″	″	23.00	4.15	2.30	1.45	1.15	vers —
Sulfate de magnésie.........	Neutre ..	0.00	8.30	0.00	″	″	″	4.00	0.00	″	″	″	4.30	0.00	″	″	″	vers +
Sulfate d'alumine.........	Fort. acide.	0.28	15.30	3.30	2.15	1.30	0.00	16.30	3.00	0.00	″	″	7.30	0.00	″	″	″	vers —
Azotate d'ammoniaque.......	Lég. acide.	0.30	8.30	0.00	″	″	″	11.30	0.00	″	″	″	6.30	0.00	″	″	″	vers —
Cyanure de potassium.......	Fort. alcal.	0.30	27.00	13.00	0.00	″	″	8.10	0.00	″	″	″	4.00	0.00	″	″	″	vers +
Iodure de cadmium..........	Lég. acide.	0.00	17.00	6.00	0.00	″	″	18.00	2.00	″	″	″	26.30	25.05	3.00	1.00	0.00	vers —
Carbonate de baryte.........	Lég. alcal.	0.00	5.00	0.00	″	″	″	4.30	0.00	″	″	″	2.00	0.00	″	″	″	vers +

Ces expériences ont été faites après une électrolysation de cinq minutes. On devra remarquer que les mouvements indiqués ne se rapportent qu'au premier instant de la fermeture du courant. Après un certain temps, il arrive le plus souvent que le mouvement change de sens. L'aplatissement de la goutte de mercure formant électrode peut provenir alors du changement de nature de sa surface, soit par suite de son alliage avec les métaux, soit par suite de son oxydation et des sels qui s'y forment.

importants que j'aie constatés résultent des solutions de sulfate de soude, de sulfate de zinc, de sulfate de fer et de chlorhydrate d'ammoniaque; quelquefois ces courants sont plus énergiques, pour une même solution, que ceux qui sont provoqués par l'électrode négative en mercure. D'autrefois c'est le contraire, et, pour qu'on puisse se faire une idée nette de ces effets différents, j'ai composé le tableau ci-contre, qui indique non-seulement l'intensité de ces courants après différentes périodes d'interruption du courant polarisateur, mais encore le courant initial dû à l'action de la solution sur le mercure, l'état acide ou alcalin de la solution, enfin le sens du mouvement du mercure au moment des fermetures du courant de la pile. Ces intensités, comme je l'ai dit dans mon avant-dernière Communication, ont été données par une boussole des sinus, à multiplicateur de 24 tours de spires, et par l'intermédiaire d'un circuit métallique de 12 kilomètres de fil télégraphique, de 4 millimètres de diamètre. La pile employée pour l'électrolysation était une pile à sable, de huit éléments de Chutaux anciennement chargés, et les chiffres que je donne sont les moyennes d'un certain nombre d'expériences, faites en différents moments. Ces expériences sont assez difficiles à faire, en raison de l'instabilité de ces courants; c'est pourquoi il ne faut considérer ces chiffres que comme approximatifs pour les intensités au début, mais ils suffisent pour qu'on puisse se faire une idée nette des effets produits. »

CHIMIE. — *Sur la purification de l'acide chlorhydrique.* Note de M. ENGEL, présentée par M. Wurtz.

« La pureté de l'acide chlorhydrique est indispensable dans certaines recherches chimiques, et pourtant on possède rarement un acide exempt d'arsenic. On peut purifier l'acide chlorhydrique par un procédé très-simple. Celui que je propose est fondé sur la réduction de l'acide arsénieux par l'acide hypophosphoreux. Tandis que l'acide arsénieux est *oxydé* plus facilement en solution alcaline, comme l'ont montré Penot et Mohr, il est *réduit* plus facilement en solution acide. L'acide arsénique est également réduit par l'acide hypophosphoreux.

» Voici comment on opère pour purifier un acide chlorhydrique arsénical. On introduit dans 1 litre d'acide chlorhydrique 4 à 5 grammes d'hypophosphite de potasse dissous dans un peu d'eau. Au bout d'un certain temps, une ou deux heures environ, le liquide jaunit, puis brunit et un précipité plus ou moins abondant, selon le degré d'impureté de l'acide, ne

tarde pas à se déposer. On attend que le dépôt soit fait et que le liquide soit tout à fait clair; ce qui a lieu ordinairement après quarante-huit heures environ. On décante alors l'acide chlorhydrique et on le distille. L'acide ainsi obtenu est complétement exempt d'arsenic et l'addition d'hypophosphite de potasse n'y introduit aucune autre impureté. Comme l'acide hypophosphoreux n'est pas volatil, on peut pousser la distillation *presque* jusqu'à siccité. Le résidu, ordinairement encore très-riche en hypophosphite de potasse, peut servir à une nouvelle opération. Si l'acide chlorhydrique renfermait du chlore, l'hypophosphite de potasse le débarrasserait également de cette impureté.

» Les moindres traces d'arsenic contenues dans un acide chlorhydrique sont précipitées par l'acide hypophosphoreux ou par l'hypophosphite de potasse.

» Lorsqu'on veut constater si un acide chlorhydrique est arsénical, on en traite une petite portion par l'hypophosphite de potasse et l'on chauffe. A l'ébullition l'action est presque instantanée.

» Du reste, ce procédé de purification est fort peu coûteux. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage des sucres par la méthode Barreswil.* Note de M. E. Feltz, présentée par M. Pasteur.

« Dans une Note communiquée à l'Académie des Sciences (1), j'ai montré que la liqueur cuprotartrique ne peut servir à doser le glucose en présence d'un excès de sucre cristallisable. Les expériences avaient été faites sur des solutions sucrées ne contenant que des traces de glucose. L'essai par liqueur titrée exige, dans ce cas, un temps assez long, et l'action réductrice du sucre de canne se trouve ainsi exagérée. On pouvait penser que, en opérant sur des mélanges plus riches en glucose, l'erreur serait assez faible pour devenir négligeable. Les expériences suivantes montrent qu'il n'en est pas ainsi.

» I. Une solution sucrée contenant, dans 100 centimètres cubes, 10 grammes de sucre cristallisable, 0,398 de sucre interverti, a été titrée à l'aide de 10 centimètres cubes de liqueur Viollette. On a trouvé $0^{gr},461$ de sucre interverti pour 100 centimètres cubes.

» II. Une autre solution sucrée contenant, dans 100 centimètres cubes, 15 grammes de sucre cristallisable, 0,298 de sucre interverti, a donné par l'essai, pour 100 centimètres cubes, 0,378 de sucre interverti.

(1) Séance du 21 octobre 1872.

» En répétant ce dernier essai, avec la précaution d'ajouter le liquide sucré par fractions plus petites, de manière à augmenter de moitié la durée de l'essai, on a trouvé, pour quantité de sucre interverti contenu dans 100 centimètres cubes, 0.425.

» On admet généralement que le sucre de canne n'est pas modifié par les solutions de soude caustique; on a même fondé un procédé de dosage du glucose sur l'action différente de la soude sur le glucose et sur le sucre. Divers essais m'ont prouvé que, dans les conditions d'alcalinité de la liqueur cuprique, la soude agit sur le sucre cristallisable.

» Il ne paraît pas inutile d'insister sur l'importance des erreurs qui peuvent résulter de l'emploi de la méthode Barreswil dans l'appréciation du degré de pureté des produits sucrés.

» M. Dubrunfaut, dans une série de Notes présentées à l'Académie (1), a appelé l'attention sur la présence du glucose dans les produits des fabriques et des raffineries de sucre. Le fait était connu, puisque, dès 1863, Renner a publié un travail consciencieux sur la présence du glucose dans les raffinés. Les résultats de M. Dubrunfaut se distinguent cependant par les doses considérables de glucose qu'il a trouvées dans les divers produits sucrés. Ces doses s'élèvent jusqu'à 1 pour 100, tandis que les quantités indiquées par les autres chimistes ne montent que par exception à 0,1 pour 100. Un sucre raffiné contenant $\frac{1}{2}$ pour 100 de glucose n'a plus la constitution d'un bon produit; sa consistance est affaiblie, et il attire avec rapidité l'humidité de l'air. Les résultats extraordinaires trouvés par M. Dubrunfaut ne se sont pas vérifiés par les analyses des essayeurs du commerce en ce qui concerne les sucres bruts, et je n'ai pu trouver de raffiné contenant plus de 0,1 de glucose pour 100 parties de sucre. Les résultats de M. Dubrunfaut paraissent reposer sur une erreur de dosage par la liqueur cuprique, et il est permis de discuter les conclusions que ce savant en a tirées, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue industriel. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Expériences relatives à la respiration des poissons.* Note de M. QUINQUAND, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« 1° La quantité d'oxygène absorbé est proportionnelle à l'unité de temps. Exemple : une Carpe (*Cyprinus carpio*) de 560 grammes respire 10^{cc},2 d'oxygène en un quart d'heure, et 20^{cc},6 en une demi-heure; un Cyprin doré de 33 grammes respire 1^{cc},48 en une demi-heure, 0^{cc},72 en un

(1) Séances des 1er mars, 15 mars et 5 avril 1869.

quart d'heure et 19 centimètres cubes en une demi-heure. (Ces chiffres ont été obtenus directement.)

» 2° La puissance relative du travail respiratoire chez les poissons diminue avec le poids; ainsi une Carpe de 28 grammes respire $0^{cc},4$ d'oxygène en cinq minutes, tandis qu'une Carpe de 1805 grammes n'absorbe que $7^{cc},5$ à 8 centimètres cubes dans le même laps de temps. Pour qu'il y eût proportion, il faudrait que cette dernière respirât $25^{cc},7$.

» 3° L'espèce ne paraît avoir qu'une légère influence sur l'activité respiratoire : pour des Carpes de 500 à 1000 grammes, le kilogramme absorbe de 16 à 18 centimètres cubes d'oxygène en un quart d'heure, et 30 à 34 centimètres cubes en une demi-heure. Au-dessus de 1000 grammes le kilogramme absorbe de 12 à 14 centimètres cubes en un quart d'heure. De même pour les Tanches de 500 grammes et au-dessus, le kilogramme absorbe de 16 à 19 centimètres cubes en un quart d'heure et de 31 à 35 centimètres cubes en une demi-heure. Pour les Anguilles (*Muræna anguilla*) de 500 grammes et au-dessus, le kilogramme respire environ de 12 à 14 centimètres cubes par quart d'heure, et 23 à 26 centimètres cubes en une demi-heure.

» 4° Quant aux poissons dont le poids est inférieur à 500 grammes, l'activité respiratoire est plus grande : ainsi, pour une Tanche de 185 grammes qui respire 2 centimètres cubes d'oxygène en 5 minutes, le kilogramme absorberait 32 centimètres cubes en un quart d'heure, et 60 centimètres cubes en une demi-heure; un Cyprin de 55 grammes respire $0^{cc},7$ en 5 minutes, ce qui ferait 37 centimètres cubes par kilogramme et par quart d'heure. Une Carpe de 28 grammes respire $0^{cc},3$ en 5 minutes et $1^{cc},8$ en une demi-heure, ce qui donne 32 centimètres cubes par kilogramme et par quart d'heure. Une Tanche de 224 grammes absorbe également 32 centimètres cubes d'oxygène par kilogramme et par quart d'heure.

» 5° Les carpes de 500 grammes à 1 kilogramme respirent de sept à neuf fois moins que l'homme pour le même temps et pour la même unité de poids de matière vivante; les Tanches pesant plus de 500 grammes ont une activité respiratoire neuf fois moindre que celle de l'homme.

» L'activité de la respiration est encore plus grande chez les Alevins; ainsi une Tanche de 142 grammes respire quatre fois et demie moins que l'homme; une Carpe de 28 grammes respire deux fois seulement moins que l'homme. Ici le rendement du travail respiratoire est donc considérable.

» 6° On sait que chez les Mammifères les nouveau-nés résistent plus que les adultes à l'asphyxie. Chez les poissons, le contraire semble avoir

lien : ainsi 10 grammes d'Alevins (Anguilles de $0^{gr},20$ chacune) ont péri vingt-quatre heures avant d'autres Anguilles de 40 grammes placées dans le même bocal.

» 7° Il existe chez les poissons une respiration cutanée, qui a été signalée par Alex. de Humboldt et Provençal; mais elle est faible, puisqu'une Anguille de 320 grammes absorbe par la surface cutanée $0^{cc},34$ d'oxygène en une heure, et une autre Anguille de 530 grammes absorbe $0^{cc},58$ d'oxygène dans le même temps.

» Le dosage de l'oxygène a été fait par le procédé récemment modifié de MM. Schützenberger et Risler. Ce procédé, que j'ai eu l'occasion d'employer dans un grand nombre de dosages, est très-sensible, mais un peu délicat et exige une certaine habitude de ces sortes de recherches.

» Ces expériences ont été faites à la Sorbonne dans le laboratoire de M. Schützenberger. »

PHYSIOLOGIE. — *Faits pour servir à l'histoire des microzymas et des bactéries. Transformation physiologique des bactéries en microzymas, et des microzymas en bactéries, dans le tube digestif du même animal.* Note de MM. **A. Béchamp** et **A. Estor**.

» Dans plusieurs Communications antérieures, nous avons fait connaître les expériences qui démontrent, dans tous les tissus des animaux, la présence de microzymas, c'est-à-dire de granulations moléculaires mobiles, ayant une existence indépendante, et, comme le nom l'indique, de la nature et de la fonction des microphytes ferments.

» Ces microzymas peuvent être élevés en dehors de leur milieu habituel; ils continuent à vivre et à proliférer, si les matériaux de nutrition ne leur font point défaut, mais leur fonctionnement peut être dévié, et, en même temps, leur forme et leur aspect peuvent être aussi profondément modifiés. Nous avons souvent décrit l'association des microzymas deux à deux, ou en plus grand nombre, leur allongement, leur transformation en bactéries, bactéridies, avec ou sans noyau. Quelques observations nous avaient permis de décider la question du retour des bactéries en microzymas; mais toutes ces notions nous avaient été fournies par des expériences de laboratoire, faites en dehors de conditions physiologiques. Nous venons aujourd'hui soumettre à l'Académie les résultats d'observations faites sur des animaux vivants, dans les conditions les plus normales.

» Si l'on examine le contenu de l'estomac d'un chien en digestion, à la

suite d'un repas ordinaire (pain, viande, lard), on rencontre, dans la masse, des microzymas libres, mais surtout des microzymas associés, de petites bactéries mobiles, de grandes bactéries, des bactéridies, etc. Le pylore forme comme une barrière, derrière laquelle il n'y a plus une seule bactérie; il n'y a que des microzymas. Tout l'intestin grêle, normalement, ne contient pas une bactérie. Très-près de la valvule iléo-cæcale, on en voit quelques-unes petites, puis un plus grand nombre. Dans le gros intestin, il y en a un nombre infini de toutes dimensions; mais l'expérience peut être plus fructueuse : si l'animal a, sur un point quelconque de son tube intestinal, une cause d'irritation, les microzymas se développent aussitôt en bactéries. Ces conditions sont réalisées très-fréquemment chez le chien par la présence de tænias. A côté du parasite, il y a toujours des bactéries; elles peuvent disparaître plus bas, pour reparaître dans le gros intestin.

» Les deux expériences suivantes peuvent être données comme types d'observations de cet ordre :

» *Expérience du* 18 *mai* 1870. — A $1^h 15^m$, on donne à manger à un chien de petite taille du lait, du pain et du lard. Trente minutes après, l'animal est sacrifié par la section du bulbe. On enlève aussitôt tout le tube digestif et ses annexes en un seul paquet, et l'on se livre aux observations suivantes. — *Estomac :* soit dans la masse des aliments, soit à la surface de la muqueuse, on trouve des microzymas, libres ou accouplés, de petites bactéries mobiles, des chapelets de bactéries, des bactéridies. — *Intestin grêle :* microzymas en masse; il n'y a pas une bactérie; le pylore forme une ligne de démarcation absolue. Dans toute la longueur de l'intestin grêle, l'observation donne les mêmes résultats : on ne trouve pas une seule bactérie. — *Gros intestin :* bactéries de toutes grandeurs, bactéridies. La valvule iléo-cæcale forme une barrière comme le pylore (1).

» *Expérience du* 25 *mai* 1870. — A 1 heure de l'après-midi, un chien fait le même repas que celui du 18 mai; à 3 heures, il est tué par quelques gouttes d'acide prussique. On enlève tout le tube digestif, après avoir appliqué des ligatures à chacune de ses extrémités. — *Estomac:* comme dans l'expérience du 18 mai. — Dans les premières portions de l'intestin grêle, on trouve quelques bactéries, d'apparence granuleuse; il y a, en outre, une

(1) Le pylore et la valvule iléo-cæcale ne forment pas toujours des obstacles aussi absolus; souvent dans le duodénum il y a encore quelques bactéries, mais elles disparaissent bientôt. Quelques centimètres avant le gros intestin on voit souvent aussi les bactéries prendre naissance.

masse de microzymas et une foule de cellules d'épithélium cylindrique, très-granuleuses, à contours mal délimités. A 30 centimètres environ de l'estomac, il y a encore des bactéries; un peu plus loin, même observation : on trouve un tænia; à côté, bactéries nombreuses. Plus loin, dans une portion d'intestin libre, les bactéries deviennent très-rares. A 25 centimètres du gros intestin, on trouve une masse de petites bactéries naissantes; dans le gros intestin, grand nombre de bactéries volumineuses, comme au 18 mai.

» Dans des conditions physiologiques faciles à réaliser à volonté, on peut donc observer l'évolution complète des microzymas; ils nous offrent un des exemples les plus nets de ces générations alternantes, si fréquentes chez les végétaux comme chez les animaux inférieurs. »

PALÉONTOLOGIE. — *Débris de l'*Elephas priscus, *trouvés dans le terrain quaternaire des environs de Paris.* Note de M. J. REBOUX.

« J'ai découvert des débris de l'*Elephas priscus* dans une carrière située à Levallois-Perret, entre les communes de Neuilly, Batignolles et Clichy (1). La couche supérieure du terrain est, comme toujours, le diluvium rouge légèrement couvert d'humus noir; terrain végétal, à cailloux anguleux, et sans fossiles. Au-dessous, se trouve une couche mêlée de cailloux roulés, d'argile, de sable et de calcaire; c'est dans cette couche que se trouve la pierre polie (*époque néolithique*), mais ce banc n'est pas constant dans le bassin de Paris.

» Le loës, qui est également sans fossiles, se trouve habituellement au-dessous du diluvium rouge; vient ensuite un banc de sable jaunâtre, caillouteux : c'est le gisement du Renne et de la pierre taillée (*époque mésolithique*). On y trouve également le Bœuf, les Cervidés et les espèces *Ovis capra*, les Équidés (Cheval), et le *Sus scrofa*.

» Au-dessous, est une couche d'argile glaiseuse, peu épaisse; puis, un banc très-puissant de sable blanc, cailloux roulés, blocs erratiques, où l'on trouve le Mammouth, le Rhinocéros, l'Hippopotame et les autres animaux indiqués plus haut. Vient ensuite une couche de sable et gravier rougi par l'oxyde de fer; au-dessous, une bande de graviers assez gros, mêlés

(1) Cette carrière, qui appartient à M. Bazile, a environ 300 mètres de long, sur 200 mètres de large; sa profondeur est de 10 mètres; mais, avant d'atteindre à cette profondeur, on est quelquefois au niveau de la Seine, et l'on drague à plusieurs mètres dans l'eau.

de peroxyde de manganèse, et divisés en plusieurs lames poussées obliquement par un courant et se mêlant quelquefois avec l'oxyde de fer; enfin, au-dessous, un banc de sable blanc très-fin et très-épais.

» Dans les parties inférieures de ce banc, le sable grossit, et devient caillouteux et à blocs erratiques, comme si les matières les plus denses étaient tombées au fond; c'est dans ce terrain qu'ont été trouvés les débris de l'*Elephas priscus*, qui consistent en trois spécimens :

» 1° Une partie de dent ne contenant que huit lames, mesurant 18 centimètres de long et 14 centimètres de large jusqu'au fond des racines, très-minces d'épaisseur; elle a été trouvée le 17 avril 1870.

» 2° J'ai trouvé, au mois de juin 1872, une molaire entière, mesurant 27 centimètres de long et 14 centimètres de large, c'est-à-dire depuis l'émail triturant jusqu'au fond des racines, contenant treize lames très-épaisses; mais la dent est beaucoup plus mince que celle des *Elephas antiquus* et *primigenius*.

» 3° Un autre fragment de quatre lames a été trouvé par moi dans la carrière Pivert, à côté de la précédente; c'est dans ces couches stratifiées que je trouve l'*Ursus spelæus*, le *Throgontherium* et l'*Halitherium*, la pierre éclatée (*époque paléolithique*). Tous les animaux, excepté le Renne, la Chèvre et le Mouton, se trouvent également dans le fond; l'ère géographique du *Priscus* ne m'est pas connue, mais l'horizon géologique est la fin du pliocène et le quaternaire. »

M. MAUMENÉ adresse quelques observations relatives aux Communications de MM. *P. Thenard* et *Arn. Thenard*, sur l'effluve électrique.

Cette Note sera transmise à M. P. Thenard.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.



BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 28 avril 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Sur la rotation sous l'influence magnétique de la décharge électrique dans les gaz raréfiés, et sur l'action mécanique que peut exercer cette décharge dans son mouvement de rotation; par MM. Aug. DE LA RIVE *et* Ed. SARAZIN. Genève, 1872; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle*, décembre 1872.)

Annales scientifiques de l'École Normale supérieure, publiées sous les auspices du Ministre de l'Instruction publique, par un Comité de rédaction composé de MM. les maîtres de conférences de l'École; 2ᵉ série, t. I, année 1872; t. II, année 1873, nos 1 à 4. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°. (Présenté par M. H. Sainte-Claire Deville.)

Carte du fleuve Paraguay depuis son embouchure jusqu'à l'Insuncion, levée d'après la route du Bisson, *en mars* 1858; *par* M. E. MOUCHEZ; Carte en deux feuilles grand aigle, publiée par le Dépôt des cartes et plans de la Marine. (Présenté par M. Dumas.)

Essai sur la géologie de la Palestine et des contrées avoisinantes, telles que l'Égypte et l'Arabie; par M. L. LARTET; 2ᵉ partie : *Paléontologie*. Sans lieu ni date; br. in-8°, avec figures et planches. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon; t. Iᵉʳ, 2ᵉ liv. Lyon, H. Georg, 1873; in-4°, avec planches. (Présenté par M. Milne Edvards.)

Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance; par S. CARNOT. Paris, Bachelier, 1824; in-8°.

Recherches pour servir à l'histoire des Lombriciens terrestres; par Ed. PERRIER. Paris, Guérin et Cⁱᵉ, 1872; in-4°. (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle.*) [Présenté par l'auteur au Concours de Physiologie expérimentale, 1873.]

Histoire de la Zoologie; par F. HOEFER. Paris, Hachette, 1873; 1 vol. in-12. (Adressé par l'auteur au Concours de Statistique, 1873.)

Études cliniques sur les fistules vésico-vaginales; par les prof. DENEFFE et

VAN WETTER, *suivies d'un Rapport par* M. le Dr BOUQUÉ. Gand, L. Hebbelynck, 1873; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société de Médecine de Gand.*)

Ondulations de la craie dans le bassin de Paris; par M. HÉBERT. Paris, imp. Blot, 1873; br. in-8°.

Nouveaux documents relatifs à l'étage tithonique et à la zone à Ammonites polyplocus. Mayenne, imp. Derenne, sans date; br. in-8°.

Le servo-moteur ou moteur asservi. Ses principes constitutifs, variantes diverses. Applications à la manœuvre des gouvernails. Gouvernails à vapeur Farcot. Description théorique et pratique; par Jos. FARCOT. Paris, J. Baudry, 1873; in-8°, avec planches. (Présenté par M. Tresca.)

Dictionnaire industriel à l'usage de tout le monde; liv. 4. Paris, Lacroix, 1873; in-18.

Société agronomique du Nord. Études sur les résidus des industries rurales, leur utilisation comme engrais. Radicelles d'orge germée. Touraillons. Note sur la dolomie; par M. CORENWINDER. Lille, imp. E. Castiaux-Richez, 1873; br. in-8°.

Société agronomique du Nord. Bulletin des analyses effectuées pour l'agriculture; par M. CORENWINDER; 1re série, nos 1 à 10. Lille, imp. E. Castiaux-Richez, 1873; br. in-8°. (Ces deux derniers ouvrages sont extraits des *Archives du Comice agricole de Lille.*)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents, etc.; janvier 1873. Paris, Dunod, 1873; in-8°.

Fever and cholera from a new point of view; by Al. SMITH. Calcutta, W. Smith, 1873; 1 vol. in-12, relié.

An easy general rule for fitting up all magic squares; by S.-M. DRACH. London, sans lieu ni date; br. in-8°. (Extracted from the *Messenger of Mathematics.*)

On geometric dissections and transformations; by H. PERIGAL. London, sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extracted from the *Messenger of Mathematics.*)

Project of an instrument for the identification of persons for use in military establishments, police offices, etc., and for physiological and artistic research; by Jos. BONOMI. London, Longmans, Green and C°, 1872; br. in-8°.

Observations on base-length of great pyramid, and royal coffer's dimensions; by S.-M. DRACH. London, Harrison and Sons, 1872; br. in-8°.

Quarterly weather report of the meteorological Office; part II, april-june 1872. London, printed by G.-E. Eyre and W. Spottiswoode, 1873; in-4°.

Transactions of the zoological Society of London; vol. VIII, part III. London, printed for the Society, 1872; in-4°.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1872; part II, march-june. London, printed for the Society, 1872, in-8°.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London, Index 1861-1870. Printed for Society, 1872; in-8°.

Anales del Museo publico de Buenos-Aires; entrega undecima. Buenos-Aires, imprenta de la Tribuna, 1873; in-4°.

Ricerche fisico-astronomiche intorno all' uranolito caduto nell' agro romano il 31 *di agosto* 1872, *del padre* G.-S. FERRARI. Roma, tip. delle Belle-Arti, 1873; in-4°.

Nederlandsch meteorologisch Jarboek voor 1868, *etc.;* twintigste Jaargang, tweede Deel. Utrecht, Kemink en Zoon, 1872; in-4° oblong.

Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1872, *etc.;* vier en twintigste Jaargang, eerste Deel. Utrecht, Kemink en Zoon, 1872; in-4° oblong.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1873.

Annales de Chimie et de Physique; avril 1873; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; mars, avril 1873; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; 6e liv., 1873; in-8°.

Annales de l'Observatoire météorologique de Bruxelles; n° 2, 1873; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; mars 1873; in-8°.

Annales du Génie civil; avril 1873; in-8°.

Annales industrielles; nos 14 à 18, 1873; in-4°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos des 6, 13, 20, 27 avril 1873; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 184, 1873; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; n° 3, 1873; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 3, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Comptes rendus; n° 3, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; mai 1873; in-4°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; t. II, 1re liv., 1873; in-8° avec atlas in-fol.

Bulletin de la Société de Géographie; mars 1873; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; nos 3, 4, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; février à mai 1873; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; avril 1873; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; nos des 15 et 30 avril 1873; in-8°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 4, 1873; in-8°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio romano; n° 3, 1873; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 14 à 17, 1er semestre 1873; in-4°.

Chronique de l'Industrie; nos 61 à 65, 1873; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 39 à 52, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 14 à 18, 1873; in-4°.

Gazette de Joulin, n° du 15 avril 1873; in-8°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* mars 1873; in-8°.

Iron, nos 12 à 16, 1873; in-4°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; février, mars 1873; in-8°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 1er trimestre, 1873; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; février, mars 1873; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 14 à 17, 1873; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 208 à 211, 1873; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 7, 8 et 9, 1873; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; avril 1873; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; 15 et 30 avril 1873; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 51 à 52, 1873; in-folio.

Journal de Physique théorique et appliquée; avril 1873; in-8°.

Journal médical de la Mayenne; n°s 1, 2, 1873; in-8°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n°s 7, 8, 11, 1873; in-8°.

La Revue scientifique; n°s 40 à 44, 1873; in-4°.

L'Abeille médicale; n°s 14 à 18, 1873; in-4°.

L'Aéronaute; avril 1873; in-8°.

L'Art dentaire; avril 1873; in-8°.

L'Art médical; avril 1873; in-8°.

L'Imprimerie; mars 1873; in-4°.

Le Messager agricole; n° 3, 1873; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; n°s 8, 9, 1873; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; avril 1873; gr. in-8°.

Les Mondes; n°s 14 à 17, 1873; in-8°.

Magasin pittoresque; avril 1873; in-4°.

Marseille médical; n° 4, 1873; in-8°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; t. IV, 1re liv., 1873; in-8°.

Montpellier médical. Journal mensuel de Médecine; avril 1873; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* mars 1873; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; janvier et février 1873; in-4°.

Monatsbericht der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; décembre 1872; in-8°.

Nachrichten.... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* n°s 2 à 9, 1873; in-12.

Nature; t. VII, n° 180, 1873; in-4°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; avril 1873; in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire militaire; t. X, n° 3, 1873; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; n°s 7 et 8, 1873; in-8°.

Revue bibliographique universelle; avril 1873; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; avril 1873; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n°s 8 et 9, 1873; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 15 à 17, 1873; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; avril 1873; in-8°.

Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; Napoli, n° 3, 1873; in-4°.

Société entomologique de Belgique; n° 85, 1873; in-8°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; n° 6, 1873; in-8°.

Société des Ingénieurs civils; n°s 6 à 8, 1873; in-4°.

The Journal of the Franklin Institute; march, april 1873; in-8°.

The Food Journal; n°s 39, 1873; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 MAI 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président de l'Institut** invite l'Académie à désigner l'un de ses Membres pour être présenté à l'élection, qui doit être faite par l'Institut, de cinq Membres du Conseil supérieur de l'Instruction publique.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** informe l'Académie que quatre places sont actuellement vacantes au Bureau des Longitudes, par le décès de MM. *Delaunay* (Section de l'Académie des Sciences), contre-amiral *Mathieu* (Section de Marine), maréchal *Vaillant* (Section de la Guerre), *Lamé* (Section de Géographie); il la prie de vouloir bien présenter prochainement deux candidats pour chacune de ces places.

(Renvoi aux Sections de Géométrie, d'Astronomie et de Géographie et Navigation.)

MAGNÉTISME. — *Sur la force portative des aimants;* par M. J. **Jamin.**

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie deux aimants disposés suivant le système que je lui ai fait connaître : l'un, de dimension

moyenne, pèse 6 kilogrammes et en porte 80; l'autre, qui est sans contredit le plus puissant qu'on ait jamais construit, porte environ 500 kilogrammes, avec un poids dix fois moindre. Avant de le décrire, j'exposerai les principes de sa construction.

» I. La force portante d'un aimant dépend d'une foule de circonstances: en premier lieu, de la masse du contact et de l'exactitude avec laquelle il est dressé. S'il est petit, l'aimant garde une partie de son magnétisme, et le contact prend à ses deux extrémités deux pôles du même nom que ceux qu'il touche. Lorsque sa masse augmente, ce magnétisme apparent diminue, et à la limite disparaît en totalité. C'est à ce moment que la force portante est la plus grande, puisque tout le magnétisme est employé à la produire.

» C'est ainsi que j'ai vu un contact supporter 267 kilogrammes étant appliqué seul à l'aimant, et soutenir 305 kilogrammes quand on lui avait ajouté sur les deux faces deux lames de fer qui en augmentaient le poids. Il ne faut pas cependant augmenter indéfiniment ce poids, car on voit alors l'action diminuer. C'est que, pour décomposer le magnétisme du fer doux, l'aimant dépense une partie de sa puissance. Il faut donc régler convenablement la masse du contact.

» Il faut aussi régler la surface d'adhérence de ce contact avec l'aimant; si elle grandit, la force diminue; si elle décroît au delà d'une certaine limite, elle agit comme un contact trop petit, tout le magnétisme du barreau n'est plus dissimulé; là encore il y a un maximum à chercher.

» II. Lorsqu'on superpose une lame d'acier aimantée à un faisceau déjà formé, elle éprouve une première sorte d'influence : deux quantités équivalentes de magnétismes opposés se séparent; l'une est attirée contre le faisceau, l'autre est repoussée à la face extérieure de la lame qu'on ajoute : autrement dit, les solénoïdes qui aboutissaient à la surface de ce faisceau se prolongent à travers la nouvelle lame et jusqu'à la nouvelle surface; c'est comme si le magnétisme primitif se transportait à cette surface, et cette action n'ajoute rien à l'état premier de l'aimant. Mais celui-ci produit deux autres actions : il repousse à l'extérieur le magnétisme qu'avait la lame, et, d'autre part, il détermine dans celle-ci une aimantation contraire, d'autant plus grande qu'il est plus énergique. La différence de ces deux actions représente le gain que la lame ajoutée apporte au faisceau. Ce gain, d'abord considérable, diminue quand le nombre des assises augmente; il devient nul à la fin, et l'on arrive à l'aimant normal. Le magnétisme devient maximum et égal à M; la force portante atteint la

limite f, et chaque lame conserve une quantité de magnétisme $e = \frac{M}{n}$, qui décroît proportionnellement au nombre n des éléments, et qui est toujours inférieure à la quantité E qu'elles avaient reçue par l'aimantation.

» III. Cette quantité f n'est qu'une limite inférieure de la force portative. Supposons que, le contact de l'aimant ayant été fixé dans un support convenable, on place successivement contre lui les lames d'acier qui doivent constituer l'aimant, après les avoir aimantées séparément à saturation. Le magnétisme E de chacune d'elles disparaîtra en provoquant dans ce contact un aimant égal et contraire qui le neutralisera; mais, ce magnétisme ne sera que dissimulé et non détruit, et le nombre des lames étant n, la totalité ne se limitera plus; elle sera nE, la force portative aura augmenté proportionnellement au nombre des lames; elle sera F, toujours plus grande que f, et la différence F-f croîtra avec n.

» Je viens de dire que la totalité du magnétisme de chaque lame est dissimulée par le contact. Cela a lieu pour les premières lames; mais, leur nombre augmentant, le contact finit par être insuffisant : une certaine quantité de magnétisme ne se dissimule plus et demeure libre; elle augmente progressivement, les lames réagissent l'une sur l'autre, perdent de leur polarité et arrivent à un nouvel état limite. Pendant ce temps, F a crû lentement, puis demeure constant.

» F est une limite supérieure de la force portative. On la mesurera par le premier arrachement du contact. Une fois ce contact arraché, les lames récupèrent le magnétisme qu'il avait dissimulé; elles se retrouvent livrées à leur influence mutuelle, comme dans le cas où on les superpose sans ce contact; alors elles se désaimantent, reprennent chacune la charge $e = \frac{M}{n}$, le faisceau garde sa quantité M de magnétisme, et la force portative est redevenue f.

» IV. Quand, par un premier arrachement, la force portative a été réduite de F à f, elle ne varie plus ou elle varie très-peu par les arrachements ultérieurs. Il est possible de la reporter de nouveau à sa valeur maximum F; il suffit d'entourer chaque branche de l'aimant d'une spirale de fils électriques, d'adapter le contact sous les surfaces polaires et de réaimanter le faisceau. J'ai déjà publié les résultats qu'on obtient dans ce cas sous le titre de *Condensation électrique*.

» J'avais, par exemple, constitué un aimant avec quatorze fers à cheval superposés de 70 centimètres de longueur et du poids de 10 kilogrammes. Cinq suffisaient pour atteindre l'aimant limite, les neuf autres étaient en

surcroit. Aussi, quand on les séparait, les trouvait-on à peu près désaimantés; la force portative f était égale à 300. Quand on réaimantait le faisceau avec son contact appliqué, la force devenait F; elle était égale à 700 kilogrammes; elle était plus que doublée. Avec des aimants dépassant moins la limite normale, la différence entre F et f est moindre, mais toujours considérable.

» V. Or F est une force transitoire et sans utilité, puisqu'elle disparaît par le premier arrachement. Au contraire f est une force permanente, et exprime la vraie puissance toujours disponible de l'aimant. Il faut chercher à l'augmenter : on le peut au moyen des armatures placées d'une certaine manière.

» En effet, fixons les deux armatures à côté l'une de l'autre dans la position qu'elles doivent occuper quand l'aimant sera monté, puis plaçons contre elles, une à une, les lames d'acier séparément aimantées, comme nous avons fait précédemment avec le contact. Si ces armatures se touchaient, elles agiraient comme ce contact agissait lui-même, c'est-à-dire qu'elles dissimuleraient tout le magnétisme E de chaque lame. En les séparant peu à peu et de plus en plus, elles agissent encore de la même manière, mais avec une énergie décroissante. Elles dissimulent, non la totalité, mais une partie de magnétisme. Le reste se porte aux surfaces extérieures. Les lames partiellement déchargées réagissent l'une sur l'autre; elles perdent de leur magnétisme primitif, mais elles en perdent moins que si les armatures n'existaient pas, et d'autant moins que celles-ci seront plus étendues. Si ensuite on vient à leur appliquer un contact, on a une force portative F, moindre que F, mais plus grande que f.

» VI. Pour justifier ces idées, j'ai monté un aimant de 45 lames d'acier repliées en ressort, que j'ajustai l'une après l'autre dans deux sabots de fer fixés l'un à côté de l'autre avec des brides de cuivre. Elles furent ensuite enveloppées de deux spirales de fils de cuivre. Au-dessous des sabots, dont la masse était négligeable, il y avait deux armatures de fer pesant 4 kilogrammes chacune; elles pouvaient être placées ou enlevées, et en outre rapprochées ou éloignées dans une coulisse où on les faisait glisser. Après l'aimantation faite avec ces armatures et le contact, on trouva F = 380 kilogrammes. Le contact ayant été arraché, puis remis, la force devint F, qu'on trouva égal à 260 kilogrammes. Ensuite on enleva les armatures, ce qui réduisit l'aimantation à son minimum; on les replaça sans aimantation nouvelle, et l'on ne retrouva pas la force première de 260 kilogrammes, mais seulement 170 kilogrammes. En réaimantant avec les armatures

replacées, mais sans contact, on reproduisit 260 kilogrammes. L'effet de l'armature a donc été de porter de 170 à 260 la force vraie et permanente.

» L'épreuve suivante confirmera la précédente : on appliqua un petit contact d'épreuve suspendu à un plateau de balance sur un point de la surface polaire pris vers son bord intérieur, et l'on mesura par la méthode ordinaire la force d'arrachement de ce petit contact. Après une aimantation préalable, elle fut égale à 1130 grammes.

» On éloigna les armatures de 100 millimètres, puis on les remit dans leur première position; mais on ne retrouva point la force de 1130 grammes: elle était réduite à 1075 grammes. On enleva les armatures, puis on les replaça, et la force fut de nouveau réduite à 925 grammes. On voit, en résumé, qu'une armature peut augmenter la force d'un aimant, mais à la condition d'être *placée avant l'aimantation ;* mise après, contre l'aimant tout formé, elle l'affaiblit.

» VII. De ces faits, on peut déduire les conditions qui doivent présider à la construction de l'aimant le meilleur qui puisse être fait avec des lames d'un acier et d'une longueur donnés.

» 1° Le contact devra dissimuler la totalité du magnétisme répandu sur la surface extérieure de l'aimant. Pour cela, il faut lui donner une masse suffisante.

» 2° Cette masse étant donnée, il faudra réduire la surface d'adhérence jusqu'au moment où l'on verra augmenter le peu de magnétisme libre que l'application du contact laisse sur l'aimant.

» 3° Quand la longueur et la largeur des lames sont déterminées, il faut que leur nombre soit suffisant pour faire apparaître un peu de magnétisme libre sur l'aimant, lorsque le contact est placé. Si ce nombre est moindre, la limite de force permanente n'est pas atteinte; si on le dépasse, on ne gagne plus rien.

» 4° Les armatures doivent être fortes, bien appliquées, très-rapprochées; toutefois il ne faut pas exagérer leur poids.

» VIII. Ces conditions établies, voici comment est construit l'aimant que je soumets à l'Académie. Deux armatures pesant chacune 16 kilogrammes, placées vis-à-vis l'une de l'autre, sont fixées solidairement par des brides de cuivre très-résistantes; leur largeur est de 11 centimètres, leurs surfaces polaires horizontales et dirigées vers le bas sont à 12 centimètres de distance, leur épaisseur transverse est de 20 millimètres; elles sont bien dressées et reçoivent un contact cubique de fer doux qui pèse

13 kilogrammes. A partir de ces surfaces, les armatures s'élèvent, en s'écartant l'une de l'autre et en s'amincissant, et se terminent par un bord tranchant.

» Elles sont réunies vers le haut par une lame d'acier de $1^{m},20$, fixée par des vis sur leur surface extérieure, et qui se recourbe librement suivant la forme déterminée par son élasticité. Toutes les autres lames préalablement aimantées sont mises à l'intérieur de celle-ci, l'une après l'autre; abandonnées à elles-mêmes, elles se collent l'une à l'autre pendant que leurs extrémités appuient sur les armatures; à mesure que leur nombre augmente, la force portative croît comme il suit :

n.	F.	F_1.	$F - F_1$.
20	175^{kg}	154^{kg}	21
30	316	280	46
40	460	376	84
45	558	460	98
50	600	475	125
55	680	495	185

» La force portative F, que l'on mesure après le premier arrachement, est toujours plus grande que F_1 qui est la force permanente; la différence va croissant, d'abord peu rapidement jusqu'à 40 ou 45 lames. A ce moment on voit apparaître une notable quantité de magnétisme libre sur les extrémités de l'aimant et du courant. De 40 à 55, la force F va en augmentant, comme nous l'avons expliqué, mais F_1 demeure à peu près constant et atteint environ la limite de 500 kilogrammes, limite qu'on ne peut dépasser dans les conditions d'armatures, de contact et d'acier que l'on s'est données; en s'arrêtant à 45 lames, le poids total est de 46 kilogrammes, et l'on voit que l'aimant porte 460 kilogrammes ou 16 fois son poids; mais la qualité relative de l'appareil diminue rapidement quand on augmente le nombre des lames au delà, puisque son poids augmente plus rapidement que sa puissance. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la cause qui détermine la tuméfaction de l'obsidienne exposée à une température élevée;* par MM. BOUSSINGAULT et DAMOUR. (Extrait par les auteurs.)

« L'obsidienne exposée à l'action du feu présente un curieux phénomène; au rouge cerise elle n'éprouve aucun changement, mais entre le rouge orange et le rouge blanc, elle se boursoufle subitement en une

masse spongieuse, incolore, remplie d'une multitude de vacuoles et dont l'aspect n'est pas sans analogie avec celui de la pierre ponce. En élevant la température, l'obsidienne tuméfiée s'affaisse, fond et reprend l'état vitreux.

» La tuméfaction de l'obsidienne a depuis longtemps attiré l'attention des géologues. Pendant son séjour à Quito, Humboldt entreprit, avec M. de Larea, des expériences sur le gonflement des verres volcaniques du Quinché, du Cotopaxi, de Ténériffe. L'expansion, mesurée avec soin, fut d'environ 5 fois le volume initial; à son retour en Europe, le célèbre voyageur, conjointement avec Rose et Karsten, essaya, sans le moindre succès, de recueillir les fluides élastiques auxquels il attribuait le boursouflement (1).

» L'un de nous, dans une exploration des volcans de l'Équateur, eut l'occasion de constater que, en se tuméfiant, l'obsidienne ne perd qu'une *très-faible quantité de matière;* pour le verre volcanique du Puracé, la perte ne dépassa pas 0,005. Depuis, M. Ch. Sainte-Claire Deville, dans un remarquable *Essai sur le trachitisme,* trouva que le poids de l'obsidienne diminue de 5 à 6 millièmes par la calcination; les substances volatiles qu'il put condenser étaient chlorurées, empyreumatiques ou ammoniacales; jamais elles ne présentèrent la réaction acide (2).

» Antérieurement aux observations que nous venons de rappeler, Spallanzani avait étudié, avec la sagacité qui caractérise tous ses travaux, l'effet d'une haute température sur un grand nombre de roches volcaniques. Les bulles que l'on voit dans les laves, dans les verres, dans les émaux sortis des volcans, l'illustre naturaliste les considérait comme engendrées par des fluides aériformes, et, après avoir reconnu que ces bulles apparaissaient dans les roches à structure compacte, par l'application du feu, ainsi qu'il arrive à l'obsidienne, il fit des tentatives réitérées pour recueillir les gaz, en chauffant ces roches dans des matras en terre réfractaire imperméable, dont les cols communiquaient avec l'appareil pneumato-chimique à mercure.

» Ainsi Spallanzani supposait alors, comme on l'a supposé depuis, que le boursouflement d'un verre volcanique était la conséquence du dégage-

(1) HUMBOLDT et BONPLAND, *Voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent,* t. I, p. 160.

(2) *Comptes rendus,* t. XLVIII.

ment, de la libération de gaz permanents emprisonnés dans la matière soumise à l'action de la chaleur (1).

» Les expériences portèrent sur l'obsidienne tigrée de Lipari. On en chauffait ordinairement 12 onces (367 grammes), à une température modérée d'abord, pour chasser l'air des matras, puis ensuite au rouge très-vif, pendant huit à douze heures. Dans tous les cas, l'on ne recueillit qu'un volume insignifiant de gaz ayant les propriétés de l'air atmosphérique. Après le refroidissement, on trouvait la matière boursouflée toute pleine de bulles, évidemment produites par un fluide élastique « qui ne pouvait » être permanent, autrement il se serait rassemblé sur le mercure, ce qui » me fit soupçonner (dit Spallanzani) qu'il était une vaporisation du verre » que la chaleur violente vaporisait ou gazéifiait, et qui durait dans cet » état autant que cette chaleur. C'est ainsi que l'on voit les métaux, tour» mentés par un feu violent, bouillir comme les fluides et se vaporiser.

» Cependant le verre vaporisé, producteur de ces bulles, ne passait pas » dans l'appareil pneumato-chimique, parce que la chaleur, étant moindre » dans le col du matras, ne pouvait conserver le verre dans l'état de » gaz (2). »

» Nous avons cru devoir transcrire ce passage, parce qu'il exprime nettement l'opinion de Spallanzani sur la cause du boursouflement : « que les » bulles, dans les matières fondues, sont une conséquence de la vapori» sation de ces matières ».

» Il y a contre cette opinion ce fait que, le boursouflement étant accompli, une température plus élevée détermine la fusion de l'obsidienne boursouflée en un verre homogène que la plus forte chaleur ne fait plus changer d'état. Ainsi la substance vitreuse aurait perdu la faculté de se vaporiser; il faudrait alors admettre, pour expliquer le phénomène, la présence, dans les verres volcaniques, d'une proportion limitée de matière vitreuse volatile qui serait dissipée pendant la tuméfaction.

» En chauffant les produits des volcans, Spallanzani en retira toujours une faible quantité d'eau, généralement acidifiée par de l'acide chlorhydrique.

» Avant d'entrer dans les détails de nos expériences, nous rappellerons quelle est la constitution des obsidiennes :

(1) SPALLANZANI, *Voyage dans les Deux-Siciles*, t. III, p. 232 (traduction).
(2) SPALLANZANI, *Voyages*, t. III, p. 236, 239, 241.

	Lipari (1).	Ténériffe (2).	Inde (3).	Cerro de Navajas (4).	Guadeloupe (5).	Chatoyante de Platilla (6).	Puracé. Popayan (7).
Silice	74,1	61,2	70,3	78,0	74,1	73,6	75,0
Alumine	13,0	19,0	8,6	10,0	10,4	14,2	10,7
Potasse	5,1	3,5	»	6,0	1,1	4,4	4,9
Soude	4,2	10,6	3,3	»	4,8	4,6	3,0
Chaux	0,1	0,6	4,6	1,0	2,1	»	»
Magnésie	0,3	0,2	1,7	»	0,4	1,4	3,0
Oxyde ferrique	2,7	4,2	10,5	2,0	6,9	1,8	2,7
Oxyde manganeux	»	0,3	0,3	1,6	0,8	»	»
Chlore	0,3	0,3	»	»	»	0,1	traces.
	99,8	99,9	99,3	98,6	100,6	100,1	99,3
Densités	2,35	2,53	2,47			2,36	2,34

» L'obsidienne ne contitue pas une espèce minérale : c'est une roche feldspathique, comme le pétrosilex, la porlite, la ponce, que Haüy nommait une obsidienne scoriforme; les seuls principes qui s'y rencontrent pouvant prendre l'état aériforme sont l'eau et le chlore. Ajoutons qu'il n'est pas impossible que des gaz occlus contribuent aussi au phénomène d'expansion.

» En conséquence, nous nous sommes proposé de rechercher :

» 1° La perte que l'obsidienne subit par l'action d'une température capable d'en déterminer la tuméfaction;

» 2° S'il y a émission de gaz pendant cette tuméfaction;

» 3° La quantité d'eau et d'acide chlorhydrique éliminée;

» 4° Les proportions de chlore contenues dans l'obsidienne, avant et après la tuméfaction.

» I. *Pertes éprouvées par l'obsidienne exposée au feu.* — Un fragment de minéral du poids de 4 à 5 grammes était chauffé dans un creuset de platine; d'abord au rouge sombre, ensuite à la température rouge orangé à laquelle a lieu le boursouflement. Dans quelques cas, la masse tuméfiée a été fondue à la chaleur blanche en un verre homogène et transparent. Voici les résultats rapportés à 1 gramme de matières :

(1) et (2) Abich. (3) Damour. (4) Vauquelin. (5) Ch. Sainte-Claire Deville. (6) Damour. (7) Jos. Boussingault.

	Perte pendant la tuméfaction.
Obsidienne du volcan de Puracé; Nouvelle-Grenade	gr 0,00556
» Vallée de Mexico	0,00211
» à reflet métallique, Mexique	0,00630
» Californie	0,00104
» Astsango, Équateur	0,00118
» Caucase	0,00168
» Cerro de las Navajas, Mexique (moyenne)	0,00330
» Islande	0,00450
» Chatoyante, de Platilla, Mexique	0,00690
» Siccipamba, Équateur (moyenne)	0,00235
» Lipari	0,00730

» Généralement, par la tuméfaction, l'obsidienne a pris un volume deux à sept fois plus grand que le volume initial. Au reste, le mode d'application de la chaleur a de l'influence sur l'expansion. En jetant un fragment de l'obsidienne de Lipari dans un creuset chauffé à la température de la fusion du fer, la tuméfaction eut lieu presque instantanément, et la masse tuméfiée, extrêmement légère, fut dix-huit ou vingt fois aussi volumineuse que le minéral qui l'avait produite.

» Dans toutes les expériences, l'obsidienne, maintenue au rouge obscur et même au rouge cerise, n'a pas changé d'aspect; la perte qu'elle a éprouvée a été nulle ou insignifiante.

» II. *Expériences pour constater s'il y a émission de gaz pendant la tuméfaction de l'obsidienne.* — On introduisait le minéral en fragments dans une cornue de porcelaine dont on avait reconnu l'imperméabilité par une série d'épreuves exposées dans notre Mémoire, épreuves indispensables, parce que, dans ce genre d'expériences, on doit craindre une intrusion de gaz venant de l'extérieur, s'accomplissant avec une telle lenteur qu'elle peut passer inaperçue. En huit ou dix heures, il ne pénètre quelquefois que quelques centimètres cubes de gaz dans une cornue vide d'air maintenue à la chaleur blanche. Ces gaz sont en partie combustibles, parce qu'ils viennent du foyer. On reconnaît cet accident à ce caractère que l'introduction du gaz ne s'arrête pas, pour minime qu'elle soit.

» La cornue chargée du minéral était mise en relation avec une pompe pneumatique à mercure; on pouvait ainsi faire tuméfier l'obsidienne dans le vide et recueillir le gaz qui se dégagerait. Les volumes de gaz recueillis à l'aide de cette disposition ont toujours été très-faibles. En moyenne

117 grammes d'obsidienne de Lipari et du Cerro de las Navajas en ont fourni 10 à 12 centimètres cubes, consistant principalement en un mélange d'azote et d'acide carbonique, soit environ $0^{cc},1$ pour 1 gramme de matière. Une proportion aussi minime, puisque en poids elle ne doit pas s'éloigner de $\frac{1}{10}$ de milligramme, ne saurait intervenir dans le boursouflement. Ce fluide élastique occupe probablement de petites vacuoles très-inégalement réparties que l'on aperçoit dans la plupart des verres volcaniques. Nous ajouterons que, dans plusieurs expériences, la tuméfaction a eu lieu sans la moindre émission de gaz (1).

» III. *Dosage de l'eau et de l'acide chlorhydrique dégagés pendant la tuméfaction de l'obsidienne.* — En chauffant des fragments d'obsidienne dans une cornue de porcelaine vide d'air, on voit apparaître des gouttes d'un liquide incolore, limpide dans le tube qui réunit l'appareil à la pompe pneumatique; c'est de l'eau acidulée par de l'acide chlorhydrique *pur*. Ce liquide est bientôt dissipé, la vaporisation étant favorisée par l'effet du vide.

» En brisant la cornue, on trouve au-dessus de la matière tuméfiée, près de la naissance du col, un anneau formé d'une substance blanche, farineuse, à réaction acide: c'est un mélange de divers chlorures, dû, d'après notre opinion, à l'action du gaz chlorhydrique sur les éléments de la porcelaine. C'est certainement cette matière que Spallanzani attribuait à la condensation d'une vapeur émanée du verre.

» Nous avons recueilli l'eau et l'acide dégagés du minéral dans un tube rempli de potasse récemment fondue, et que l'on pesait avant et après la tuméfaction de l'obsidienne; on dosait ensuite le chlore dans la potasse. En retranchant l'acide chlorhydrique représenté par le chlore du poids acquis par le tube à potasse, on avait le poids de l'eau.

» Le chlore du léger dépôt rassemblé dans le col de la cornue était dosé à part pour obtenir le poids de l'acide chlorhydrique que le tube à potasse n'avait pas fixé.

» Nous avons opéré avec 15 grammes d'obsidienne. Voici les résultats rapportés à 1 gramme :

---

(1) On trouve, dans notre Mémoire, les essais eudiométriques faits pour rechercher les gaz combustibles dans les faibles volumes de gaz recueillis.

	Eau.	Acide chlorhydrique.	Somme.
	gr	gr	gr
Obsidienne de las Navajas...	0,00277	0,00104	0,00381
» d'Islande........	0,00394	0,000575	0,004515
» Chatoyante......	0,00636	0,00112	0,00748
» Lipari..........	0,004713	0,00144	0,006153
» Siccipamba......	0,00121	0,000186	0,001396

» L'eau, l'acide chlorhydrique sont des substances éliminées pendant la tuméfaction; pour savoir s'ils en constituent la totalité, il faut comparer leur poids à la perte éprouvée par l'obsidienne, quand on la fait tuméfier dans un creuset de platine :

	Eau et acide recueillis pendant la tuméfaction opérée en vase clos.	Perte par la tuméfaction opérée en vase ouvert.
	gr	gr
Obsidienne de las Navajas..	0,00381	0,00330 (moyenne).
» d'Islande.......	0,004515	0,00450
» Chatoyante.....	0,00748	0,00690
» Lipari.........	0,006153	0,00730
» Siccipamba.....	0,001396	0,00235 (moyenne).
	0,02354	0,02435

» En exceptant l'obsidienne de Siccipamba, le poids de l'eau et de l'acide chlorhydrique réunis ne diffère pas notablement de la perte par la calcination. En comparant la somme des produits recueillis en vase clos à la somme des pertes qui ont eu lieu en vase ouvert, la différence n'atteint pas 1 milligramme.

» *Dosage du chlore dans l'obsidienne avant et après la tuméfaction.* — L'acide chlorhydrique dégagé de l'obsidienne n'est pas à l'état libre dans le minéral. Ce gaz résulte de l'action de la silice sur les chlorures s'exerçant à une température élevée en présence de la vapeur d'eau. Après avoir été tuméfiée, une obsidienne doit contenir moins de chlorure. Cela semble évident; néanmoins, il nous a paru qu'il serait intéressant de s'en assurer en dosant le chlore avant et après le boursouflement.

» Nous présenterons ici le résultat des dosages rapportés à 1 gramme.

	Acide chlorhydrique			
Localités.	avant la fusion.	après la fusion.	Acide chlorhydrique disparu.	Acide chlorhydr. recueilli pendant la boursouflem[t].
	gr	gr	gr	gr
Obsidienne de las Navajas...	0,002550	0,000904	0,001646	0,00104
» Islande......	0,001936	0,000968	0,001000	0,000575
» Chatoyante....	0,002497	0,000968	0,001529	0,00112
» Siccipamba...	0,000870	0,000662	0,000208	0,00019
» Lipari.......	0,002750	0,001327	0,001423	0,00144

» Nécessairement l'eau que contient l'obsidienne est expulsée en totalité pendant le boursouflement. Au rouge obscur, nous le répétons, l'eau reste dans le minéral, bien que la température doive approcher de 800 degrés, et que, par conséquent, sa tension soit considérable. C'est lorsque la chaleur est assez intense pour diminuer la cohésion, au rouge orange, que la vapeur aqueuse, le gaz chlorhydrique s'échappent instantanément de tous les points du minéral ramolli, mais encore très-consistant, en produisant une sorte d'écume remplie d'une multitude de vacuoles dispersées dans un verre incolore. C'est à cause de son peu de fusibilité que la masse tuméfiée prend et conserve la disposition cellulaire.

» L'eau, par l'expansion que sa vapeur acquiert quand cesse la pression qu'elle subit dans l'obsidienne chauffée au rouge, joue le rôle principal dans la tuméfaction. Cela est si vrai que, en soustrayant cette eau, la tuméfaction n'a plus lieu. Si l'obsidienne en morceaux ne laisse pas échapper l'eau qu'elle renferme, il n'en est plus ainsi quand elle est en poudre; chaque particule l'abandonne alors, même au-dessous du rouge; on parvient ainsi à obtenir une obsidienne anhydre ne se boursouflant pas et fondant en un verre transparent, faiblement coloré sans perdre de son poids.

» En résumé, nos expériences paraissent établir que la tuméfaction de l'obsidienne exposée à une température élevée n'est pas due à la mise en liberté des gaz occlus dans le minéral, comme le soupçonnait de Humboldt, ni à la volatilisation d'une substance vitreuse comme le croyait Spallanzani. La tuméfaction est occasionnée par une émission subite de vapeur d'eau et d'acide chlorhydrique qui se manifeste aussitôt que la cohésion de l'obsidienne, affaiblie par la chaleur, cesse d'être un obstacle à l'expansion des fluides (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles recherches sur l'aldol; par* M. AD. WURTZ.

« J'ai fait connaître l'année dernière un produit de condensation de l'aldéhyde, auquel j'ai donné le nom d'*aldol*, pour marquer son double caractère d'aldéhyde et d'alcool. Les recherches que j'ai poursuivies sur ce

---

(1) C'est accessoirement que nous nous sommes occupés des gaz qui ont apparu en minime proportion pendant le boursouflement de l'obsidienne. Nous aurions probablement donné plus d'extension à cette partie de nos recherches, si nous n'avions appris qu'un jeune savant, bien connu de l'Académie, M. Fouqué, était entré dans cette voie et que déjà il avait obtenu des résultats très-importants sur la nature des fluides élastiques occlus dans des roches de diverses origines.

corps sont de nature à confirmer l'hypothèse que j'ai énoncée d'abord sur sa constitution et sur ses fonctions.

» J'ai peu de chose à ajouter aux prescriptions que j'ai données concernant la préparation de l'aldol. Après une longue expérience, les proportions d'aldéhyde (1 partie), d'eau (1 partie), d'acide chlorhydrique à 21 degrés (2 parties), que j'ai indiquées me paraissent encore les meilleures.

» La réaction exige plusieurs jours pour s'accomplir à une température de 15 à 20 degrés. En hiver, il convient de placer le mélange dans l'étuve. J'ai manqué plusieurs opérations pour avoir négligé cette précaution, dans un moment où la température ambiante était assez basse. On sature par le carbonate de soude, dès que la couleur du liquide est arrivée au brun fauve. Si l'on attendait plus longtemps, la teinte deviendrait plus foncée et la neutralisation de la liqueur donnerait lieu à la séparation d'une quantité assez notable de matière résineuse. La liqueur neutre et filtrée est généralement très-peu colorée. On l'épuise par l'éther et l'on achève l'opération comme je l'ai indiqué (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1361).

» Parmi les propriétés physiques de l'aldol, il y en a une qu'il est intéressant de noter. Lorsqu'il vient d'être distillé, il est parfaitement liquide, même après avoir été refroidi; mais lorsqu'on l'abandonne à lui-même, il ne tarde pas à se réchauffer spontanément, et sa température peut s'élever notablement au-dessus de celle de l'air. Dans une expérience, 34 grammes d'aldol qui venaient d'être recueillis, par distillation, dans un récipient entouré de glace, étaient à 11 degrés, la température ambiante étant de 20 degrés. Cet aldol, parfaitement liquide, ayant été abandonné à lui-même dans un vase enveloppé de coton, on a noté les températures suivantes :

h m	°
1,00	11,0
1,20	33,0
1,25	37,0
1,45	52,0
2,10	54,0
2,25	51,0
3,00	44,5
3,35	38,0
5,00	30,0

» Au bout de quatre heures, sa température étant encore supérieure à celle de l'air ambiant, l'aldol était devenu épais.

» L'aldol liquide perd donc de la chaleur en devenant visqueux; en

même temps il se contracte notablement. Lorsqu'on distille dans le vide le produit épaissi, il redevient fluide. Il est possible que l'aldol visqueux offre avec l'aldol liquide les mêmes relations que l'aldéhyde avec la paraldéhyde; seulement le groupement polymérique de l'aldol serait moins stable que le groupement polymérique de l'aldéhyde.

» Lorsqu'on le chauffe pendant quelques heures à 60 degrés dans un courant d'air sec, l'aldol se modifie. Il perd de l'eau et s'épaissit tellement qu'il prend par le refroidissement l'aspect d'une masse vitreuse, solide, incolore et d'une transparence parfaite. En même temps il est devenu insoluble dans l'eau. Le temps seul paraît lui faire éprouver une modification. Un échantillon, que j'ai conservé depuis l'année dernière, est aujourd'hui rempli de cristaux qui sont sans doute l'éther que j'ai décrit.

» L'aldol possède les propriétés réductrices des aldéhydes. J'ai indiqué l'action qu'il exerce sur les sels d'argent et de cuivre. Tous les agents d'oxydation ne conviennent pas également pour le transformer dans l'acide correspondant. L'action de l'acide nitrique donne lieu à des résultats complexes que j'ai déjà décrits. Il en est de même de celle de l'acide chromique, ou d'un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique. L'oxyde d'argent, par contre, exerce une action plus tempérée. Lorsqu'on met en contact une solution d'aldol avec de l'oxyde d'argent humide (2 molécules pour 1 molécule d'aldol), le mélange ne tarde pas à s'échauffer, et il se produit un miroir. On complète l'action en portant la liqueur à l'ébullition. La solution filtrée et concentrée se prend en une masse cristalline. Sous le microscope, ces cristaux apparaissent sous forme de longues aiguilles entrelacées. Purifiés par une nouvelle cristallisation, ils sont stables et supportent sans noircir une température de 100 degrés. Ils présentent la composition d'un oxybutyrate d'argent (1). Leur solution décomposée par l'hydrogène sulfuré fournit une liqueur incolore qui laisse, après concentration, un acide sirupeux. C'est un des acides oxybutyriques connus. Il forme avec l'oxyde de zinc un sel très-soluble dans l'eau et dans l'alcool, et dont la solution concentrée laisse déposer quelques cristaux indistincts. Le sel de baryum est pareillement soluble dans l'eau et dans l'alcool et

(1) Analyse :

			Expérience.	Théorie.
Matière	0gr,5291	Carbone	22,61	22,75
Eau	0,1652	Hydrogène	3,47	3,31
Acide carbonique	0,4389	Argent	50,93	51,18
Argent	0,2695			

est incristallisable. L'éther le précipite sous forme de flocons épais de sa solution alcoolique. Le sel de sodium cristallise de sa solution dans l'alcool.

» L'acide oxybutyrique dérive de l'aldol par la réaction suivante :

$$\underset{\text{Aldol.}}{CH^3\text{-}CH(OH)\text{-}CH^2\text{-}CHO} + O = \underset{\text{Acide oxybutyrique.}}{C^2H^3\text{-}CH(OH)\text{-}CH^2\text{-}CO^2H.}$$

» D'après son mode de formation et ses propriétés, il me paraît identique avec l'acide β-oxybutyrique obtenu par MM. Wislicenus et Markownikoff. M. Markownikoff l'a préparé, comme on sait, en décomposant par un alcali la cyanhydrine du propylglycol

$$\underset{\text{Propylglycol.}}{CH^3\text{-}CH(OH)\text{-}CH^2OH,} \qquad \underset{\text{Propylglycol cyanhydrique.}}{CH^3CH(OH)\text{-}CH^2CAz.}$$

$$\underset{\text{Propylglycol cyanhydrique.}}{CH^3\text{-}CH(OH)\text{-}CH^2CAz} + 2H^2O = AzH^3 + \underset{\text{Acide }\beta\text{-oxybutyrique.}}{CH^3\text{-}CH(OH)\text{-}CH^2\text{-}CO^2H}$$

» L'aldol est donc l'aldéhyde de l'acide β-oxybutyrique.

» Lorsqu'on fait passer un courant de gaz ammoniac dans une solution éthérée d'aldol pur, il se précipite un corps sirupeux, incolore, qui se dessèche dans le vide en une masse amorphe transparente. Celle-ci présente, au bout de quelque temps, l'apparence d'une résine presque solide, mais qui se liquéfie lorsqu'on chauffe, et qui est entièrement soluble dans l'eau. Son odeur rappelle celle de l'aldéhyde-ammoniaque. C'est une combinaison d'ammoniaque et d'aldol, analogue à l'aldéhyde-ammoniaque :

$$\underset{\text{Aldéhyde-ammoniaque.}}{CH^3\text{-}CH\left\{\begin{matrix}OH\\AzH^2\end{matrix}\right.}\text{(1)} \qquad \underset{\text{Aldol-ammoniaque.}}{CH^3\text{-}CH(OH)\text{-}CH^2\text{-}CH\left\{\begin{matrix}OH\\AzH^2\end{matrix}\right.}.$$

» Lorsqu'on agite de l'aldol avec une solution concentrée de bisulfite de soude, la liqueur s'échauffe sensiblement sans laisser déposer des cristaux par le refroidissement.

» J'ai déjà décrit quelques expériences sur l'hydrogénation de l'aldol :

(1) J'envisage ici l'aldéhyde-ammoniaque comme un dérivé du glycol éthylidénique, dont l'hydrate de chloral est le dérivé trichloré

$$\underset{\text{Hydrate de chloral.}}{CCl^3\text{-}CH\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right.} \qquad \underset{\text{Glycol éthylidénique.}}{CH^3\text{-}CH\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right.} \qquad \underset{\text{Aldéhyde-ammoniaque.}}{CH^3\text{-}CH\left\{\begin{matrix}OH\\AzH^2\end{matrix}\right.}.$$

elles n'avaient pas conduit au résultat prévu par la théorie, savoir : la formation d'un glycol butylénique par fixation de 2 atomes d'hydrogène sur 1 molécule d'aldol. Ayant répété ces expériences un grand nombre de fois, j'ai fini par découvrir les conditions propres à les faire réussir. On traite par un amalgame de sodium à 5 pour 100 une solution étendue d'aldol (20 à 30 parties d'eau pour 1 partie d'aldol), en ayant soin de refroidir la liqueur à zéro et de neutraliser continuellement par l'acide chlorhydrique la soude caustique qui se forme. L'expérience est longue, car l'amalgame de sodium se décompose lentement dans ces conditions. Il importe de décanter la liqueur chaque soir, de peur qu'elle ne devienne alcaline pendant la nuit; s'il en était ainsi, elle jaunirait et l'expérience serait perdue, par suite de la formation de produits résineux, ou de produits de condensation. Lorsque l'hydrogène cesse d'être absorbé, on agite la liqueur, à plusieurs reprises, par l'éther qui enlève des produits de condensation solubles dans l'eau. La solution éthérée les abandonne par l'évaporation sous forme d'un liquide épais, jaune, dont le point d'ébullition s'élève de 200 au delà de 300 degrés.

» La liqueur aqueuse débarrassée de ces produits est évaporée à l'étuve à 40 degrés. Le résidu est repris une première fois par l'alcool qui laisse du chlorure de sodium. La liqueur évaporée de nouveau à l'étuve laisse un résidu sirupeux, dont l'alcool absolu sépare une nouvelle quantité de sel marin. La solution alcoolique étant distillée, l'alcool passe d'abord et le thermomètre s'élève ensuite rapidement jusqu'à 200 degrés, et atteint 220 degrés à la fin de l'opération. En rectifiant le produit passé entre ces limites de température, il est facile d'isoler un liquide épais, soluble dans l'eau, sucré, avec un arrière-goût légèrement aromatique dû sans doute à une impureté. La partie de ce liquide qui bout de 201 à 203 degrés présente la composition d'un glycol butylénique (1), identique avec celui que M. Kekulé a obtenu comme produit secondaire dans l'hydrogénation de l'aldéhyde. Sa formation s'explique à l'aide de l'équation suivante :

$$\underset{\text{Aldol.}}{CH^3\text{-}CH(OH)\text{-}CH^2\text{-}CHO} + H^2 = \underset{\text{Glycol butylénique.}}{CH^3\text{-}CH(OH)\text{-}CH^2\text{-}CH^2(OH)}.$$

(1) Analyse :

			Expérience.	Théorie.
Matière.........	0^{gr},2434	Carbone........	53,50	53,33
Eau............	0,2429	Hydrogène.......	11,08	11,11
Acide carbonique..	0,4775		»	»

» Elle ne laisse aucun doute sur la constitution de ce corps qui est isomérique avec le butylglycol que j'ai obtenu autrefois en partant du bromure de butylène et dont la constitution est exprimée par la formule

$$\begin{array}{c} CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3.}{\underset{|}{C}}(OH) - CH^2\,OH \end{array}$$

» Lorsqu'on fait arriver un courant de gaz chlorhydrique, à refus, dans une solution aqueuse concentrée d'aldol, refroidie à — 10 degrés, la liqueur se colore en jaune et laisse déposer une couche d'un liquide épais, insoluble dans l'eau, généralement un peu coloré et qui renferme sans doute le chlorure $CH^3 - CHCl - CH^2 - CHO$.

» Mais les analyses que j'ai faites avec ce produit ont donné un excès de carbone, circonstance qui indique la formation simultanée de produits de condensation. Le liquide chloré dont il s'agit ne peut pas être purifié par distillation. Il se décompose en dégageant de l'acide chlorhydrique. Il passe un liquide à point d'ébullition variable et dont on a pu séparer de l'aldéhyde crotonique.

» Lorsqu'on met en contact le composé chloré dont il s'agit avec l'eau et l'oxyde d'argent (2 molécules) et qu'on chauffe, il se forme du chlorure d'argent et de l'argent métallique. En faisant bouillir pendant quelque temps, on recueille dans le récipient une petite quantité d'un liquide chloré, et incolore plus dense que l'eau. Le contenu du ballon filtré donne, après concentration, du crotonate d'argent (1). Cette réaction s'explique facilement en admettant que le composé $CH^3 - CHCl - CH^2 - CHO$ (aldol chlorhydrique), qui paraît exister à l'état de mélange dans le produit brut de l'action de l'acide chlorhydrique sur l'aldol, perd de l'acide chlorhydrique sous l'influence de l'oxyde d'argent, en donnant de l'aldéhyde crotonique, laquelle s'oxyde par l'action d'un excès d'oxyde d'argent.

$$\underset{\text{Aldol chlorhydrique (?).}}{CH^3 - CHCl - CH^2 - CHO} - HCl = \underset{\text{Aldéhyde crotonique.}}{CH^3 - CH = CH - CHO}$$

» Les expériences qui viennent d'être décrites sont de nature à confirmer l'hypothèse que j'ai énoncée sur le mode de formation, la constitution et les fonctions chimiques de l'aldol.

(1) Analyse :

			Expérience.	Théorie.
Matière............	0^{gr},2565	Argent........	55,48	55,95
Argent	0,1423			



» Ce corps renferme bien un oxhydryle alcoolique, qui se forme, comme je l'ai indiqué, par l'union de 1 atome d'oxygène d'une des molécules d'aldéhyde avec 1 atome d'hydrogène du groupe méthylique de l'autre molécule.

$$\underset{\text{2 molécules d'aldéhyde.}}{CH^3\text{-}CHO + CH^3\text{-}CHO} = \underset{\text{Aldol.}}{CH^3\text{-}CH(OH)\text{-}CH^2\text{-}CHO.}$$

» Par suite de cette formation d'oxhydryle, les 2 molécules d'aldéhyde devenues incomplètes l'une et l'autre, se soudent en une seule. J'appelle l'attention sur ce procédé de synthèse : c'est une sorte de combustion incomplète que l'oxygène d'une molécule exerce sur l'hydrogène de l'autre : il en résulte un commencement de déshydratation, qui s'arrête à la formation du groupe oxhydryle (OH), lequel demeure uni à 1 atome de carbone.

» Cet oxhydryle que renferme la molécule d'aldol le constitue à l'état d'alcool secondaire. Il peut être remplacé par du chlore ou par de l'oxacétyle. On le retrouve dans les produits de transformation les plus simples de l'aldol, dans l'acide oxybutyrique, qui est alcool-acide, dans le glycol butylénique, qui est deux fois alcool. C'est cet oxhydryle qui est attaqué d'abord par le perchlorure de phosphore, avec un dégagement abondant d'acide chlorhydrique et formation d'oxychlorure de phosphore sans protochlorure.

» Ai-je besoin d'ajouter, d'un autre côté, que la fonction aldéhyde que j'ai attribuée à l'aldol est mise hors de doute par ses propriétés réductrices, par l'action de l'ammoniaque, par sa transformation en acide β-oxybutyrique d'une part, en glycol butylénique de l'autre.

» L'opinion que j'ai émise sur les fonctions chimiques de l'aldol a été vivement attaquée par un éminent chimiste allemand, M. Kolbe (1), qui m'a reproché, en particulier, d'avoir qualifié ce corps d'aldéhyde-alcool. Je pense que les développements qui précèdent justifient suffisamment ma manière de voir. La critique de M. Kolbe est donc insoutenable au fond. Quant à la forme et au ton, je m'abstiens de les qualifier, ce chimiste ayant jugé à propos d'employer, en cette occasion et en d'autres, des procédés de discussion inusités parmi les savants, du moins parmi les savants bien élevés.

» Pour mon compte, je ne fais pas usage de pareils procédés, même contre des adversaires qui seraient décidés à ne pas m'imiter. »

(1) *Journal für praktische Chemie*, t. V, p. 565.

HYDROLOGIE. — *La Seine; études hydrologiques;* par M. **Belgrand.**

« Je prie l'Académie de vouloir bien accepter un exemplaire d'un livre qui vient de paraître sous ce titre : *La Seine; études hydrologiques* (1), et dont je lui dois la conservation. Le manuscrit lui a été présenté par M. Dumas, le 10 décembre 1870; il a été déposé ensuite à la Bibliothèque de l'Institut, et c'est ainsi qu'il a été sauvé de l'incendie de mon cabinet, à l'Hôtel de Ville.

» Ce livre est divisé en deux parties : la première est consacrée à l'étude des eaux courantes, la seconde à l'Agriculture. Elles sont précédées d'une Introduction, dans laquelle je fais connaître l'origine du régime actuel de la Seine et de ses affluents. Je résumerai en peu de mots ces trois divisions de mon Ouvrage.

» *Introduction.* — A l'époque où la France était hantée par l'ours des cavernes, le mammouth, le renne, le bassin de la Seine avait à peu près le même relief qu'aujourd'hui; mais il était sillonné par d'immenses cours d'eau. J'ai publié, sur cette époque de l'existence de notre fleuve, un Ouvrage, dont un exemplaire a été déposé à la Bibliothèque de l'Institut. Lorsque ces cours d'eau ont décru et sont devenus nos ruisseaux modernes, ils ont travaillé incessamment à réduire leurs lits qui se trouvaient démesurément trop larges. Ceux dont les bassins sont imperméables, dans lesquels les eaux pluviales affluent en ruisselant à la surface du sol, ont conservé une certaine violence et ont comblé l'excès de largeur de leurs lits avec du gravier et du limon. Ceux, au contraire, dont les bassins sont perméables et dans lesquels les eaux pluviales n'affluent qu'en passant par les sources, ne déplacent ni gravier, ni limon, et ont rétréci leurs lits avec de la tourbe. « Le » terrain de transport du fond des vallées, disent Cuvier et Brongniart, est » ou de sable, ou de gravier proprement dit, ou de tourbe. » C'est donc à l'époque des tourbes, c'est-à-dire à l'époque où disparaissent les étranges animaux de l'époque quaternaire, que commence le régime moderne de la Seine et de ses affluents.

» 1re *Partie.* — Je donne d'abord l'étendue des terrains qui constituent le bassin de la Seine, dont la surface totale est de 78670 kilomètres carrés. J'indique les dispositions les plus remarquables de leur relief. J'étudie ensuite le régime de la pluie. Il pleut beaucoup au bord de la mer; lorsqu'on s'en

(1) Dunod, éditeur, quai des Augustins, n° 49.

éloigne, la hauteur de pluie diminue et l'on constate l'existence d'un minimum très-remarquable, qui correspond à la vaste plaine comprise entre la vallée de l'Oise et le pied de la chaîne de la Côte-d'Or.

» La hauteur annuelle de pluie croît avec l'altitude, à mesure qu'on s'élève sur les pentes de cette chaîne et du Morvan. Son maximum correspond aux points les plus élevés de cette dernière contrée. Ce maximum est environ trois fois plus grand que le minimum de la plaine et s'élève en moyenne à $1^{m},800$.

» Les mêmes groupes de jours de pluie se retrouvent d'une extrémité à l'autre du bassin : lorsque la sécheresse s'établit, elle règne partout à la fois; lorsque le temps est pluvieux, il l'est depuis le Morvan jusqu'à la mer. C'est ce qu'on voit très-nettement en jetant les yeux sur les feuilles de l'atlas qui représentent les hauteurs de pluie.

» Cette loi très-générale, dont j'ai démontré l'existence pour toute la partie de la France située au nord du plateau central, a pour conséquence un fait capital : c'est que tous les cours d'eau des bassins de la Seine, de la Loire, de la Saône, de la Meuse, etc., entrent habituellement en crue en même temps.

» Le régime d'un cours d'eau qui ne reçoit que des eaux de sources est très-différent de celui qui ne reçoit que des eaux ruisselant à la surface du sol. La classification des terrains, au point de vue de leur perméabilité, est donc très-importante. Cette classification a été faite par l'étude du débouché mouillé des ponts, la disposition et le nombre des cours d'eau, la forme de leurs crues, l'étendue et la répartition des prairies. Le nom de *torrent* a été donné aux cours d'eau des terrains imperméables, le nom de *cours d'eau tranquilles* à ceux des terrains perméables.

» L'étude des eaux courantes commence naturellement par celle des nappes d'eau souterraines et des sources propres à chaque terrain. Je donne la proportion de carbonate de chaux qui peut exister, sans obstruer les conduites, dans l'eau de la distribution d'une ville (1), et enfin je termine cette importante étude par l'indication des sources choisies pour l'alimentation de Paris.

» L'étude des cours d'eau vient après celle des sources. Très-nombreux dans les terrains imperméables, les cours d'eau sont rares dans les terrains perméables. Leurs crues courtes, violentes et très-élevées dans les premiers terrains, sont longues et peu élevées dans les derniers.

(1) Voir les *Comptes rendus* des séances du 10 mars et du 21 avril dernier.

» Le nombre moyen annuel des jours d'eau claire, louche et trouble des cours d'eau propres à chaque terrain est déduit de douze années d'observations. Les eaux les plus constamment claires sont celles des sables de Fontainebleau et des calcaires de Beauce : elles ne sont troubles ou louches que 42 jours, en moyenne, par an; les plus constamment troubles sont celles du terrain crétacé inférieur : elles sont troubles ou louches pendant 176 jours par an, en moyenne. La Seine, à Paris, est trouble ou louche pendant 140 jours; la Marne, entre Meaux et Paris, pendant 180 jours.

» La vérification de la loi de M. Dausse, sur les crues d'hiver et les crues d'été, a été faite par cent quarante années d'observations, pour la Seine et pour les affluents, par les courbes de l'atlas, qui comprennent seize années : il résulte de cette vérification, que les crues du fleuve et de ses affluents ont lieu, presque toutes, dans les six mois froids et qu'elles sont fort rares dans les six mois chauds. Je discute la crue de septembre 1866, la plus grande des crues d'été connues.

» Je formule les lois d'écoulement des crues des cours d'eau et la règle pratique qu'on peut en tirer pour annoncer les crues en divers points du bassin, et notamment à Paris. (Voir les *Comptes rendus*.)

» J'étudie ensuite les grands débordements et les basses eaux de la Seine à Paris : les renseignements précis sur les débordements ne remontent pas plus haut que 1649. Ces phénomènes désastreux sont très-rares, ce qui tient au grand développement des terrains perméables dans le bassin du fleuve.

» Les basses eaux de ces dernières années sont extrêmement remarquables : il n'y en a pas qui leur soient comparables dans les XVIIe et XVIIIe siècles, ni dans la première moitié du XIXe.

» Je traite ensuite différentes questions très-importantes : l'action des forêts sur le régime des eaux courantes, l'aménagement de ces eaux au profit de la navigation, de l'agriculture et de l'industrie. Les rivières, qualifiées du nom de *bons cours d'eau* par les usiniers, se trouvent toutes au fond des vallées dont le sol est perméable. Enfin je discute le mérite des différentes eaux au point de vue des usages domestiques.

» La *dernière partie* du livre est consacrée à l'Agriculture. J'y attache une grande importance, et je me propose d'en fournir, dans une prochaine séance, un résumé moins sommaire à l'Académie. »

M. Hirn, Correspondant de l'Académie pour la Section de Physique,

adresse un Mémoire manuscrit sur les propriétés optiques de la flamme des corps en combustion et sur la température du Soleil.

Ce Mémoire, beaucoup trop étendu pour pouvoir trouver place aux *Comptes rendus*, sera transmis à la Commission administrative; qui avisera aux moyens de le faire publier, s'il est possible.

M. E. **Cosson** fait hommage à l'Académie d'une brochure portant pour titre : « *Biscutellæ dispositæ et explanatæ* ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section de Physique, la place laissée vacante par le décès de M. *Babinet*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. P. Desains obtient.	32 suffrages.
M. Cornu.	13 »
M. Le Roux	7 »
M. Bourget, M. Gaugain, M. Lucas, chacun. .	1 »

M. P. **Desains**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

RAPPORTS.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Rapport sur un Mémoire de MM.* Troost *et* Hautefeuille *sur les transformations isomériques et allotropiques.*

(Commissaires : MM. Dumas, Cahours, H. Sainte-Claire Deville rapporteur.)

« Dans les sciences physiques, où l'objet de nos études est en dehors de nous, où la matière, immodifiable dans son essence, s'impose à nous tout autrement que les axiomes de la Géométrie, toute théorie, pour être utile, ou plutôt pour n'être pas dangereuse, doit consister en un système d'analogies aussi générales, aussi complètes que possible, établies entre des faits bien observés. Ramener les phénomènes compliqués à ceux que l'on croit simples, ou mieux dont les lois principales nous sont connues, en formu-

lant les ressemblances et interprétant les différences entre ces phénomènes d'ordre différent, voilà le vrai problème des sciences naturelles, dont la solution constitue une théorie féconde. Comme les analogies et les différences n'ont jamais rien d'absolu, il s'ensuit que des théories de ce genre ne s'imposeront pas dans l'enseignement comme des vérités indiscutables; Les analogies permettent de prévoir des faits nouveaux; la possibilité des différences, toujours admise en principe, empêche de rejeter, par prévention, les faits nouveaux, qui sont, en réalité ou en apparence, incompatibles avec les doctrines adoptées.

» C'est là le caractère essentiel de cette grande et belle théorie des ondulations, telle que l'a développée Fresnel avec la clarté et la précision de son esprit. C'est le sentiment profond des analogies et des différences qui existent entre les milieux où se propagent les vibrations sonores et les vibrations lumineuses qui a guidé l'un de nos confrères dans ses études sur l'entraînement de l'éther, et qui guide aujourd'hui les jeunes physiciens français qui appartiennent à son école.

» Les théories de Lavoisier et de Davy présentent également ce caractère. Lavoisier compare tous les sels au sulfate de potasse, en classant le sel marin auprès des oxydes; Davy compare tous les sels au sel marin, en faisant du sulfate de potasse une sorte de composé binaire. C'est de là que dérivent les deux théories des sels ammoniacaux et de l'ammoniaque. Ces deux théories sont toutes les deux suffisantes : tous les faits bien observés se classent de suite dans l'une ou dans l'autre. Aucune des deux n'est nécessaire, et c'est inévitable; car rien ne nous empêche de prendre indifféremment pour point de comparaison entre les matières salines soit le sulfate de potasse, soit le sel marin. Les théories partielles plus ou moins récentes et diversement nommées, qui toutes procèdent des théories de Lavoisier et de Davy, présentent, quand elles sont sagement conçues, ce même caractère de ne se jamais poser comme d'immuables vérités.

» On en tire une conclusion pratique de quelque intérêt : c'est que tous les faits qui seront en contradiction avec l'un ou l'autre de ces deux systèmes d'analogie seront ou mal observés ou mal interprétés, à moins qu'ils ne possèdent un tel caractère de grandeur et de nouveauté que rien de ce qui a été fait dans les sciences depuis bien longtemps ne puisse leur être comparé. Dans ce cas, on aura trouvé la formule générale qui relie les deux systèmes, et ceux qui l'admettront les derniers seront les savants qui, par suite d'opinions exclusives, considèrent comme indiscutable l'une de ces deux théories en rejetant absolument l'autre.

» Une tentative a été faite dans ces dernières années pour établir un système d'analogies entre les phénomènes étudiés par les chimistes et qui accompagnent la combinaison et les phénomènes étudiés par les physiciens et qui accompagnent la fusion et la volatilisation des corps, le changement d'état étant alors caractérisé d'une manière générale par la manifestation d'une propriété nouvelle quelconque dans la matière expérimentée.

» Cette théorie des changements d'état n'est autre chose en réalité que l'établissement d'un système d'analogies entre tous les phénomènes qui s'accompagnent d'une absorption de chaleur latente ou de dégagement de chaleur sensible.

» MM. Troost et Hautefeuille apportent aujourd'hui un ensemble de faits nouveaux, qui établissent une liaison intime entre les phénomènes physiques de la vaporisation et les phénomènes chimiques de changement d'état allotropique ou isomérique.

» Avant de résumer le remarquable travail de ces deux savants, il est nécessaire d'exposer en quelques mots l'état de la science sur ce point.

» L'un de nous a établi depuis longtemps (1) quelques analogies frappantes entre les phénomènes de condensation des vapeurs et de combinaison, entre les phénomènes de vaporisation et de décomposition. Il a montré que le même système de détermination pouvait être appliqué à ces deux ordres de faits, et que les mêmes instruments pouvaient servir à les mesurer, soit dans le cabinet du physicien pour les tensions de vapeur, soit dans le laboratoire du chimiste pour les tensions de dissociation ou décomposition partielle et continue.

» Depuis, les mémorables expériences de M. Debray (2) sur la décomposition du carbonate de chaux ont permis d'assimiler ce corps, chauffé dans une enceinte limitée et à température fixe, à une substance volatile qui émettrait une certaine quantité de vapeur, sa tension étant constante quand la température ne varie pas et, en tout cas, indépendante de la pression extérieure. Le carbonate de chaux obéit donc dans sa décomposition aux

---

(1) *Leçons sur la dissociation, professées devant la Société chimique*; Paris, Hachette, 1864. — *Mémoire sur la dissociation des corps par la chaleur* (*Comptes rendus*, t. XLV, p. 857; 1857). — *Dissociation de l'eau* (*Ibid.*, t. LVI, p. 195, 322, 729). — *Sur la dissociation de l'oxyde de carbone* (*Ibid.*, t. LIX, p. 873). — *Dissociation de l'oxyde de carbone, des acides sulfureux, etc.* (*Ibid.*, t. LX, p. 317). — *Sur la dissociation, Ibid.*, t. LXIV, p. 66).

(2) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 603; LXVI, p. 194.

lois de la vaporisation de l'eau. L'acide carbonique exhalé subit également l'influence de la paroi froide de Watt, suivant les lois fixées par le grand physicien anglais. Seulement, ici, la condensation s'effectue sur la chaux devenue libre par le dégagement d'acide carbonique, et c'est la température de cette chaux qui détermine la tension de l'acide carbonique dans l'enceinte, quelquefois la température de celle-ci. Les analogies ne peuvent être plus prochaines.

» M. Isambert (1) a étudié le phénomène de la dissociation dans les combinaisons si variées et en apparence si complexes que l'ammoniaque forme avec les chlorures métalliques. Ici, non-seulement le jeune et savant professeur de Poitiers démontre l'analogie entre les phénomènes de dissociation et de vaporisation, mais encore il en établit le parallélisme complet; car les tensions de l'ammoniaque qu'exhalent ces chlorures à des températures variables sont représentées sur des courbes de même forme que les courbes des tensions de la vapeur d'eau et de l'alcool.

» Depuis 1868, MM. Troost et Hautefeuille ont, dans une série de Communications à l'Académie (2), étudié la loi des phénomènes de changement d'état, quand ce changement d'état correspond à un changement de propriétés physiques ou chimiques (3), sans changement de composition et, bien entendu, avec absorption ou dégagement de chaleur latente; ils ont assimilé ces phénomènes aux phénomènes de dissociation, et leur ont appliqué les mêmes procédés de mesure; mais alors on observe une tension de transformation, suivant l'expression fort bien choisie par les auteurs.

» Dans un premier Mémoire, MM. Troost et Hautefeuille, en étudiant la décomposition du cyanure de mercure et du cyanure d'argent, ont constaté que la proportion de paracyanogène du résidu croît avec la pression qu'exerce sur lui-même le produit gazeux de l'opération, le cyanogène, et la transformation est limitée par la tension du gaz, tension qui est invariable quand la température est constante et qui croît avec elle. Ce fait les a conduits à un résultat très-remarquable, la découverte de la transfor-

---

(1) *Annales scientifiques de l'École Normale*, 1re série, t. V, p. 129.

(2) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 735 et 795; t. LXVII, p. 1345; t. LXXVI, p. 76 et 219.

(3) Il n'y aucune différence essentielle, d'après ces idées, entre les phénomènes physiques et les phénomènes chimiques, ou plutôt le passage des uns aux autres se fait par des variations continues.

mation inverse du paracyanogène en cyanogène gazeux, transformation réalisable déjà à 360 degrés, qui, lente encore même vers 500 degrés, peut devenir complète.

» Dans un deuxième Mémoire, les auteurs constatent que la cyamélide et l'acide cyanurique se comportent, sous l'influence de la chaleur, comme le paracyanogène. Réciproquement, l'acide cyanique en vapeur se transforme en acide cyanurique, et les tensions qui limitent ce nouveau phénomène sont numériquement égales à celles que l'on obtient dans la transformation inverse. Il était difficile de compléter par des mesures plus exactes l'admirable travail de MM. Wöhler et Liebig sur ces questions capitales.

» Dans un troisième Mémoire, celui qui est plus particulièrement soumis au jugement de la Commission, MM. Troost et Hautefeuille étudient les phénomènes de tension et subsidiairement les phénomènes calorifiques qui accompagnent la transformation du phosphore blanc en phosphore rouge, ou plutôt en phosphore de constitution et de couleurs variables, quand on fait varier la température à laquelle on expérimente. Mais il faut dès maintenant établir avec les auteurs une distinction tranchée entre la tension de la vapeur dans une enceinte limitée (tension maximum) et la tension de transformation du même corps, lorsqu'on l'étudie à une température où il prend l'état gazeux et se modifie en même temps. Cette distinction établie, il est possible d'analyser complétement la transformation allotropique du phosphore en séparant des phénomènes qu'on avait jusqu'alors confondus et considérés, malgré leurs différences essentielles, comme soumis à une même loi.

» Après les travaux de M. Schroetter, la question des modifications allotropiques du phosphore avait été étudiée par M. Hittorf. Ce savant chimiste a publié en 1865 (1) un Mémoire plein de faits nouveaux et intéressants, dont il conclut que chacun des deux états du phosphore alors connu possède une tension de vapeur distincte. Il admettait que la force élastique de la vapeur de phosphore ordinaire, après avoir diminué pendant la formation du phosphore rouge, atteignait une limite qui restait toujours supérieure à celle que l'on obtient en partant du phosphore rouge. Les expériences de MM. Troost et Hautefeuille les conduisent à des résultats absolument différents, et cette contradiction s'explique par le fait que les expériences du savant professeur de Münster, très-exactes d'ailleurs, n'avaient pas été suffisamment prolongées. En effet, M. Lemoine, en 1871,

(1) Hittorf, *Annalen der Physik und Chemie*, t. CXXVI, p. 193.

dans un Mémoire remarquable (1), a constaté que, après un temps très-long, les deux états allotropiques du phosphore donnent toujours à 440 degrés la même tension.

» Dans le Mémoire soumis à l'examen de votre Commission, MM. Troost et Hautefeuille établissent d'abord que la transformation du phosphore ordinaire et liquide en phosphore rouge est de tout point comparable à la transformation de l'acide cyanique *liquide* en cyamélide.

» Quand il s'agit du phosphore *en vapeur*, on constate que cette vapeur acquiert tout d'abord la tension maximum correspondant à la température à laquelle on opère. Cette tension diminue ensuite graduellement pendant la formation du phosphore rouge et atteint une valeur constante qui est la la tension de transformation relative à cette même température.

» Ils démontrent en outre qu'on ne peut formuler aucune hypothèse qui permette de rendre compte de la vitesse avec laquelle ces transformations du phosphore s'effectuent, lorsqu'il existe en même temps dans l'enceinte à l'état liquide et en vapeur.

» La détermination des tensions maximum de la vapeur au-dessus de la pression atmosphérique n'avait jamais été tentée à cause des difficultés et des dangers d'une pareille opération. Le phosphore bout sous la pression ordinaire à 290 degrés. A 360 degrés et à 440 degrés les tensions de vapeur deviennent $3^{atm},2$ et $7^{atm},5$. Les auteurs ont mesuré simultanément la température d'ébullition et la tension correspondant à ce phénomène au moment qu'il se produit. Ce procédé, qui eût été d'une application difficile et par trop dangereuse pour des températures plus élevées, a été remplacé par une méthode entièrement nouvelle qui permet de mesurer la tension maximum d'un corps susceptible en même temps de se vaporiser et de se transformer. MM. Troost et Hautefeuille ont disposé l'expérience de manière que le produit de la transformation du liquide en excès dans l'appareil reste séparé du produit résultant de la transformation de la vapeur. Ils ont pu déterminer ainsi ces tensions jusqu'à 511 degrés. Au-dessus de cette température, la transformation du liquide est trop rapide pour que la tension maximum ait le temps de s'établir; mais, en modifiant légèrement le principe de leurs appareils, ils ont pu fixer la tension de transformation jusqu'à la température de 577 degrés. Ils ont obtenu les résultats consignés dans le tableau ci-après.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIV, p. 129, et t. XXVII, p. 289.

Température.	Tension maxima.	Tension de transformation.
	atm.	atm
360	3,2	0,12
440	7,5	1,75
487	»	6,80
494	18,0	»
503	21,9	»
510	»	10, 8
511	26,2	»
531	»	16, 0
550	»	31, 0
577	»	56, 0

» C'est par ces expériences et par d'autres expériences de contrôle fort ingénieuses que MM. Troost et Hautefeuille ont établi pour les corps susceptibles de se vaporiser et de se transformer en même temps l'existence de deux tensions distinctes qui se présentent successivement et correspondent chacune à l'un de ces deux phénomènes.

» En maintenant le phosphore à une température très-voisine du ramollissement d'un verre peu fusible, MM. Troost et Hautefeuille obtiennent le phosphore rouge à l'état cristallisé. Il se présente en masse compacte d'un noir violacé, en apparence fondue, à cassure conchoïde et translucide sur les bords. C'est dans les cavités de cette matière que les cristaux se rencontrent, de manière à rappeler les géodes de quartz hyalin développées dans les agates. Il semble même qu'il pourrait y avoir continuité dans le phénomène de la transformation allotropique du phosphore, comme dans le développement de la tension de transformation, de sorte que la densité et la chaleur de combustion (1) pourraient varier d'une manière continue dans les échantillons formés successivement à des températures graduellement croissantes. C'est là le sujet important qui occupe en ce moment MM. Troost et Hautefeuille, et que l'Académie les encourage à continuer avec la persévérance dont ils ont donné des preuves si nombreuses dans le cours de leur travail. Malheureusement la préparation de ces matières est non-seulement très-difficile, mais encore très-dangereuse. Chaque opération, quand elle n'est pas arrêtée par une explosion, ne donne que de

(1) Il n'est pas nécessaire de rappeler ici les beaux travaux de M. Favre sur les relations qui existent entre les modifications allotropiques du phosphore et du soufre, et les chaleurs de combustion de ces corps dans les divers états. Ils ont servi et serviront de modèle à MM. Troost et Hautefeuille dans leurs recherches sur la matière qu'ils étudient en ce moment.

très-petites quantités de matière insuffisantes pour la détermination exacte de la densité et se prêtant difficilement aux réactions qu'on utilise dans le calorimètre pour mesurer la chaleur de combustion.

» L'avis de votre Commission est que l'Académie ne saurait trop approuver des recherches d'une telle importance et d'une telle difficulté d'exécution. Elles exigent en effet l'emploi de toutes les ressources que la Physique et la Chimie, qui tendent d'ailleurs à se confondre, mettent dans les mains des savants. Elles se rattachent aux questions les plus élevées qui se débattent aujourd'hui dans la Science. En outre leur solution exige la détermination de données expérimentales précises exprimées en unités d'espèce convenablement choisie pour en calculer utilement les conséquences.

» La méthode de MM. Troost et Hautefeuille exclut l'introduction de ces hypothèses vagues et de ces abstractions dangereuses avec lesquelles on séduit facilement sans satisfaire la critique sérieuse. C'est la méthode que nous exposions au commencement de ce Rapport, et qui procède, par comparaisons sévères, en déterminant en nombres exacts les analogies et les différences que présentent entre eux les faits minutieusement observés.

» En conséquence, votre Commission vous propose de voter l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers* du Mémoire de MM. Troost et Hautefeuille *Sur les transformations isomériques et allotropiques.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MINÉRALOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Fouqué, *intitulé: « Nouveaux procédés d'analyse médiate des roches, et leur application aux laves de la dernière éruption de Santorin ».*

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Hervé Mangon, Des Cloizeaux rapporteur.)

« Depuis les travaux classiques de Cordier, sur l'analyse mécanique des roches, un grand nombre de recherches ont été entreprises pour étudier leur composition chimique et celle de leurs éléments minéralogiques. La séparation exacte de ces éléments constitue toujours une opération délicate et d'autant plus difficile que la roche possède une structure plus homogène et un grain plus fin; car les moyens employés jusqu'ici pour arriver à cette séparation consistent, comme on le sait, dans un triage à la loupe, dans l'emploi d'un barreau aimanté plus ou moins puissant et dans celui de

divers acides ou alcalis destinés à agir sur certains éléments, tandis qu'ils doivent laisser les autres tout à fait intacts.

» Les laves récentes de Santorin, dont il est question dans le Mémoire présenté à l'Académie par M. Fouqué, peuvent être rangées parmi les agrégats qui offrent d'assez grandes difficultés pour leur analyse médiate; en effet, elles se composent d'une pâte vitreuse dans laquelle sont enchâssés des cristaux qui sont ou d'une très-grande ténuité, ou tout à fait microscopiques. Aussi, quoique certaines variétés drusiques d'Aphroessa aient fourni des cristaux mesurables d'anorthite et de sphène décrits par M. Hessenberg, on ne possédait jusqu'à ce jour, malgré les analyses de M. de Hauer, que des données peu précises sur leurs autres minéraux intégrants.

» Pour surmonter les difficultés particulières provenant de la structure des laves de Santorin, M. Fouqué a adopté deux procédés, l'un mécanique, l'autre chimique, qui paraissent fournir à l'analyse *médiate* des matériaux purs et bien isolés les uns des autres. Cette condition était indispensable à remplir, car les travaux lithologiques d'un de vos Commissaires ont montré à combien d'erreurs ou d'illusions peuvent conduire des analyses faites sur des cristaux incomplétement purifiés de la roche qui les empâte, surtout lorsqu'il s'agit des espèces feldspathiques.

» Après avoir réduit 1 ou 2 kilogrammes de la roche en poudre d'une grosseur déterminée ($\frac{1}{4}$ de millimètre environ de diamètre), on partage cette poudre en deux portions : l'une destinée à subir le traitement mécanique, l'autre réservée pour le traitement chimique.

» Dans le traitement mécanique, M. Fouqué substitue au barreau aimanté ordinaire un puissant électro-aimant, mis en action par plusieurs forts couples de Bunsen (6 à 8). Sous son influence, toutes les parties ferrugineuses de la roche, cristallines ou vitreuses, sont rapidement enlevées, et il ne reste qu'une poudre blanche, très-pure, composée uniquement des éléments feldspathiques. Ces éléments peuvent appartenir à une ou à plusieurs espèces de feldspaths. Si les dimensions de leurs cristaux sont très-différentes, un triage à la loupe permet de les séparer; si ces cristaux sont inégalement attaqués par l'acide chlorhydrique bouillant, leur séparation est encore plus facile.

» Le traitement chimique auquel est soumise la seconde portion de la poudre doit son efficacité à l'emploi de l'acide fluorhydrique concentré. Divers observateurs, et en particulier M. Lechartier (1), qui cherchait à pu-

(1) Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris en juillet 1864.

rifier certains cristaux d'amphibole ou de staurotide destinés à l'analyse ont eu recours en effet à l'acide fluorhydrique plus ou moins étendu; mais, en choisissant cet acide concentré, et en ne le laissant pas agir trop longtemps, M. Fouqué arrive à dissoudre les parties vitreuses et feldspathiques de la roche et à obtenir un résidu composé de fer oxydulé et de cristaux de pyroxène, de péridot et de sphène, à arêtes vives. Un barreau faiblement aimanté enlève facilement le fer oxydulé; quant au pyroxène et au péridot, leur différence de couleur est telle, qu'un triage à la loupe suffit pour les séparer. D'ailleurs l'acide sulfurique faible ou l'acide nitrique d'une concentration convenable pourrait servir à dissoudre le péridot en respectant le pyroxène (1).

» En combinant ces deux procédés mécanique et chimique, M. Fouqué est parvenu à séparer les minéraux cristallins des laves récentes de Santorin, et il a obtenu ces minéraux à un état de pureté tel, que leur analyse chimique l'a conduit à des résultats plus nets que ne le sont, en général, ceux auxquels on parvient avec des cristaux provenant d'un triage mécanique ordinaire.

» Ces résultats, rapportés en détail dans le Mémoire de M. Fouqué, montrent que les différentes laves récentes de Santorin renferment trois espèces de feldspaths, anorthite, labradorite et albite, deux variétés de péridot, dont l'une beaucoup plus riche que l'autre en oxyde ferreux, des cristaux de sphène et plusieurs variétés de pyroxène différant par leur teneur en chaux et en magnésie. Deux de ces pyroxènes sont surtout remarquables, l'un par la forte proportion d'oxyde ferreux qu'il renferme, l'autre par sa pauvreté en silice et en magnésie et par sa richesse en alumine (14,6 pour 100), que l'acide fluorhydrique n'a pu lui enlever et qui, par conséquent, paraît être un de ses éléments constituants. Ses cristaux, qui affectent la forme habituelle de la *fassaïte*, sont d'un vert foncé, mais assez transparents pour montrer sous le microscope une structure homogène et dépourvue d'inclusions étrangères.

» Quant à la pâte même de la lave, elle offre sensiblement la composition de l'albite.

» Les minéraux que nous venons d'énumérer ne sont pas disséminés

(1) Ces recherches, comme celles que M. Fouqué a précédemment présentées sur es produits volcaniques de l'Italie septentrionale et méridionale, de l'Etna, de Santorin et des Açores, ont été exécutées dans le laboratoire des Hautes Études du Collége de France, dont M. Fouqué est sous-Directeur.

indifféremment dans toutes les variétés de laves de Santorin. Ainsi, dans la lave commune, qui a l'aspect d'une obsidienne noirâtre, se trouvent de l'albite, du labradorite et un peu d'anorthite, avec le pyroxène riche en oxyde ferreux. Une lave grise et des amas drusiques, enfermés dans la lave obsidiennique, contiennent de l'anorthite, du sphène, du fer oxydulé, les deux variétés de péridot, des pyroxènes très-riches en chaux et inégalement riches en magnésie, et le pyroxène aluminifère à forme de fassaïte.

» De nombreuses photographies, obtenues sur des plaques polies, permettent de reconnaître ces différentes structures.

» On peut espérer que les perfectionnements apportés par M. Fouqué aux moyens usités jusqu'à ce jour pour l'analyse médiate des roches seront applicables à la plupart des roches silicatées et pourront amener des progrès dans les études lithologiques. Par leur introduction dans la science, l'auteur prouve une fois de plus qu'il est digne des encouragements que l'Académie lui a adressés à plusieurs reprises.

» En outre, la première application que M. Fouqué a faite de ses procédés l'a amené à constater un fait entièrement nouveau et très-important en lithologie : ce fait est la présence, dans une même roche volcanique, de trois espèces feldspathiques aussi différentes de composition que l'albite, le labradorite et l'anorthite.

» En conséquence nous proposons à l'Académie de vouloir bien ordonner l'insertion du Mémoire de M. Fouqué dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Les eaux publiques de Versailles pendant le premier trimestre de* 1873; Note de M. E. Decaisne.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Dumas, Peligot, Belgrand.)

« L'Académie ayant nommé une Commission chargée d'examiner le Mémoire que j'ai eu l'honneur de lui présenter dans la séance du 28 avril dernier, je crois devoir préciser, en quelques mots, les termes dans lesquels j'ai entendu engager un débat qui intéresse l'hygiène publique. Il me semble que la question peut se résumer ainsi :

» La Seine est-elle infectée, dans une partie plus ou moins étendue de son parcours, par les grands égouts collecteurs de Paris?

» Si l'infection des eaux d'alimentation de la ville de Versailles par les égouts collecteurs est réelle, est-il téméraire de prétendre que, pendant les trois premiers mois de 1873, elle a pu porter atteinte à la santé des habitants qui buvaient alors de l'eau de Seine des réservoirs?

» L'infection de la Seine par les eaux d'égouts, et l'insuffisance des cultures de Gennevilliers pour la conjurer, doivent-elles faire craindre un danger pour l'avenir?

» L'insalubrité exceptionnelle des eaux d'étangs a-t-elle eu une influence marquée sur l'épidémie de diarrhée qui a régné à Versailles, pendant les trois premiers mois de 1873?

» Désirant renfermer le débat dans des limites scientifiques, et éviter toute polémique étrangère au sujet, je crois devoir ajouter les remarques suivantes. Les causes d'insalubrité produites par la crue des eaux qui avait empêché le fonctionnement de la machine de Marly, forcé l'administration à se servir des eaux de mauvaise qualité des réservoirs, et entraîné une masse considérable de matières organiques dans les eaux d'étangs; ces causes ont cessé depuis le commencement d'avril, et l'eau, sans être parfaite, est revenue à son état normal. En même temps, l'épidémie de diarrhée qui a sévi à Versailles avec tant d'intensité, pendant les premiers mois de 1873, a disparu. Quant à la salubrité du climat de Versailles, il n'a pu me venir à la pensée de la mettre en doute. En effet, cette ville, située sur un plateau élevé, entourée d'une ceinture de bois, ornée de splendides promenades et parfaitement balayée par les vents, se recommande aux médecins et aux hygiénistes.

» Après cette déclaration, contenue d'ailleurs implicitement dans mon travail, je maintiens dans toute leur intégrité les conclusions de mon Mémoire du 28 avril. »

M. L.-V. Turquan transmet à l'Académie, par l'entremise de M. Puiseux, un Mémoire sur le problème des trois corps.

(Commissaires : MM. Liouville, Hermite, Puiseux.)

M. Hallez d'Arros soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur une roue « électro-cursive ».

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin, Tresca.)

M. **Constantin** adresse la description d'un « Nouveau procédé de vernissage des poteries communes, considéré au point de vue de l'hygiène et de la salubrité publique ».

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. **Duchemin** adresse une Note relative à une encre dite indélébile.

(Commissaires : MM. Dumas, Boussingault.)

M. **L.-A. Ghisi** adresse l'indication d'un remède contre le *Phylloxera*.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

M. **Mathey** soumet au jugement de l'Académie une invention qui aurait pour but de réduire, des quatre cinquièmes, la consommation du combustible dans les machines à vapeur.

(Renvoi au Concours du prix Plumey.)

M. **H. Benoist** adresse une Note « sur l'approximation des arcs de courbe ».

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Serret.

M. **Rochon** adresse une Note sur l'efficacité de la *méthode immédiate*, pour les opérations du rétrécissement de l'urètre.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Nélaton.

M. **A. Heurtel** adresse, par l'entremise de M. Faye, une Note relative à un « Essai de calcul mental et de calcul écrit simplifié ».

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Serret.

M. **Adcock** adresse une Note concernant la figure de la Terre.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Le Verrier.

M. **A. Veillet** adresse une nouvelle Note relative à son « Appareil électrique prévenant les accidents de chemins de fer ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **C. Morello** adresse une nouvelle Note relative à sa théorie de la Lune.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. A. Rivière demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat divers Mémoires sur lesquels il n'a pas été fait de Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. A. d'Abbadie prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante au Bureau des Longitudes, dans la Section de Géographie.

(Renvoi à la Commission.)

La Société centrale d'Agriculture de France invite les Membres de l'Académie à assister à la séance publique annuelle qu'elle tiendra le dimanche 18 mai.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le premier volume du « Traité de Mécanique générale, de M. *H. Resal* »;

2° Un Mémoire du P. *Ferrari*, imprimé en italien, et intitulé : « Recherches physico-astronomiques sur la météorite tombée dans la campagne de Rome le 31 août 1872 ». Ce Mémoire sera transmis à M. Daubrée.

3° Deux brochures de M. *Gillet-Damitte*, intitulées : « Le galéga, nouveau fourrage, sa culture, son usage et son profit », et « De la mortalité des nouveau-nés et du sirop de galéga ». (Renvoi à la Commission du prix Morogues.)

4° Un numéro des « Annales de l'Observatoire de San-Fernando », publié en langue espagnole, et contenant des figures de l'éclipse de Soleil du 22 décembre 1870. Cette éclipse a été masquée presque partout par les nuages; elle a pu être observée très-nettement à l'Observatoire de San-Fernando, au travers d'une éclaircie. Ce document sera transmis à M. Janssen.

M. le Secrétaire perpétuel signale à l'Académie la suite manuscrite du « Vocabulaire polyglotte géographique de l'Europe, par M. *C. Mensinger* ».

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. le Président, en présentant à l'Académie, au nom de M. le professeur *Capellini*, le « Compte rendu de la cinquième session du Congrès

d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques, tenue à Bologne en 1871 », s'exprime comme il suit :

« Quoique étant de droit Président honoraire, M. Capellini avait bien voulu accepter les lourdes fonctions de secrétaire général d'une session qu'il avait organisée avec le zèle et l'activité les plus méritoires. Grâce à lui, une exposition d'Archéologie préhistorique avait, entre autres, été réalisée et présenta groupées pendant toute la durée de la session la plupart des richesses scientifiques habituellement dispersées dans l'Italie entière. Il serait injuste de ne pas rappeler que le gouvernement italien s'associa de la manière la plus généreuse au mouvement qui appelait à Bologne des savants russes et suédois, aussi bien que des Suisses, des Allemands et des Français, et que Son Altesse Royale le prince Humbert vint assister à une séance ordinaire, en qualité de Protecteur du Congrès.

» Le volume publié par M. Capellini se distingue par la beauté de l'exécution ; mais c'est là le moindre de ses mérites : le texte reproduit avec une fidélité scrupuleuse, non-seulement les Mémoires lus au Congrès, mais aussi les discussions soulevées par ces Communications. M. Capellini déclare, du reste, avoir été grandement aidé par MM. Cazalis de Fondouce, Garrigou, Cartailhac, Chantre et Demarsy, secrétaires ou secrétaires-adjoints du Congrès, dans cette partie de sa tâche.

» Ce volume, par son contenu, est de nature à intéresser les membres de presque toutes les Académies composant l'Institut. L'Archéologie et l'Histoire y occupent sans doute le premier rang ; mais quelques-uns des sujets abordés touchent à des questions du ressort de l'Académie des Sciences morales et politiques : les Membres de l'Académie des Beaux-Arts y trouveront plus d'un fait, plus d'un détail propres à les intéresser. Quant aux sciences proprement dites, elles y sont représentées par divers travaux de Géologie et de Paléontologie dont la tendance générale est de rechercher les rapports qui unissent l'antique histoire de l'homme à celle des animaux et du globe lui-même. A ce point de vue, le Compte rendu rédigé par M. Capellini est parfaitement de nature à être offert à l'Académie des Sciences. »

GÉOMÉTRIE. — *Note sur la représentation algébrique des lignes droites dans l'espace.* Note de M. W. SPOTTISWOODE, présentée par M. Chasles.

« Dans cette Note, je me propose de démontrer que la méthode des *six coordonnées d'une ligne droite dans l'espace* peut se généraliser de la manière suivante.

» Je rappelle, pour le moment, les formules bien connues des six coordonnées, pour mieux mettre en évidence la généralisation dont il s'agit.

» Si l'on représente une droite par l'intersection de deux plans dont les équations sont

$$(1)\qquad \begin{cases} lx + my + nz + pu = 0, \\ l_1 x + m_1 y + n_1 z + p_1 u = 0, \end{cases}$$

les six déterminants formés des huit coefficients, savoir

$$(2)\qquad \begin{vmatrix} l & m & n & p \\ l_1 & m_1 & n_1 & p_1 \end{vmatrix} = \mathrm{a, b, c, f, g, h},$$

s'appellent les six coordonnées de la droite. Ils satisfont à l'équation

$$(3)\qquad \mathrm{af} + \mathrm{bg} + \mathrm{ch} = 0,$$

et comme il ne s'agit que des rapports de ces six quantités, il n'en reste que quatre qui sont indépendantes; ce qui doit arriver. En éliminant tour à tour les quatre variables des équations (1), on arrive aux formules suivantes :

$$(4)\qquad \begin{cases} (\alpha) & . & \mathrm{h}y - \mathrm{g}z + \mathrm{a}u = 0, \\ (\beta) & -\mathrm{h}x \quad . & + \mathrm{f}z + \mathrm{b}u = 0, \\ (\gamma) & \mathrm{g}x - \mathrm{f}y \quad . & + \mathrm{c}u = 0, \\ (\delta) & \mathrm{f}x + \mathrm{g}y + \mathrm{h}z \quad . & = 0, \end{cases}$$

desquelles deux quelconques serviront pour déterminer la droite. En faisant la somme $(\alpha)x + (\beta)y + (\gamma)z$, on trouve aussi la forme

$$\mathrm{a}x + \mathrm{b}y + \mathrm{c}z = 0;$$

et en faisant la somme $(\alpha)\mathrm{f} + (\beta)\mathrm{g} + (\gamma)\mathrm{h}$, on retombe sur l'équation (3).

» Quant à l'usage de ces formules, je ne donnerai ici qu'un seul exemple. Pour trouver la condition pour que deux droites, dont les coordonnées sont $(\mathrm{a, b,\ldots})$, $(\mathrm{a}_1, \mathrm{b}_1,\ldots)$ se rencontrent, on part des équations (4 1) de la première droite, et l'on déduit

$$(\mathrm{af}_1 + \mathrm{bg}_1 + \mathrm{ch}_1)\,u = \begin{vmatrix} x & y & z \\ \mathrm{f} & \mathrm{g} & \mathrm{h} \\ \mathrm{f}_1 & \mathrm{g}_1 & \mathrm{h}_1 \end{vmatrix}.$$

De la même manière, en partant des équations de la seconde droite, on

déduira

$$(a_1 f + b_1 g + c_1 h)u = \begin{vmatrix} x & y & z \\ f_1 & g_1 & h_1 \\ f & g & h \end{vmatrix};$$

mais, au point de rencontre des droites, ces deux équations doivent être satisfaites par les mêmes valeurs des variables x, y, z, u. Donc, en ajoutant ces équations l'une à l'autre, on trouvera, pour la condition dont il s'agit,

$$(5) \qquad af_1 + bg_1 + ch_1 + a_1 f + b_1 g + c_1 h = 0.$$

» En cherchant à généraliser cette méthode, j'ai trouvé que l'on peut représenter une droite au moyen de trois équations homogènes et linéaires à cinq variables, ou, en se servant de la terminologie de la Géométrie moderne, par la rencontre de trois lieux plans de l'espace à quatre dimensions. Posons ces équations ainsi :

$$(6) \qquad \left\{ \begin{aligned} lx + my + nz + pu + qv &= 0, \\ l_1 x + m_1 y + n_1 z + p_1 u + q_1 v &= 0, \\ l_2 x + m_2 y + n_2 z + p_2 u + q_2 v &= 0. \end{aligned} \right.$$

» Des quinze coefficients, on peut tirer dix déterminants, ou bien *dix coordonnées de la droite*. En n'écrivant que la première ligne de chacun de ces déterminants, posons

$$(7) \left\{ \begin{aligned} &|m \ \ n \ \ p| = a, \quad |m \ \ n \ \ q| = f, \quad |l \ \ p \ \ q| = l, \quad |l \ \ m \ \ n| = k. \\ &|n \ \ l \ \ p| = b, \quad |n \ \ l \ \ q| = g, \quad |m \ \ p \ \ q| = m, \\ &|l \ \ m \ \ p| = c, \quad |l \ \ m \ \ q| = h, \quad |n \ \ p \ \ q| = n, \end{aligned} \right.$$

Ces dix coordonnées satisfont aux cinq conditions ci-dessous, savoir :

$$(8) \qquad \left\{ \begin{array}{lllll} \cdot & & bh - cg - lk & = 0, \\ -ah & \cdot & + cf - mk & = 0, \\ ag - bf & & \cdot \quad - nk & = 0, \\ al + bm + cn & & \cdot & = 0, \\ fl + gm + hn & & \quad \cdot & = 0. \end{array} \right.$$

» La démonstration de ces formules s'effectue ou par la méthode des déterminants, ou bien immédiatement au moyen des dix équations que

l'on obtient en éliminant deux à deux les variables des équations (6) :

$$(9)\quad \left\{\begin{array}{ll} kx + au + fv = 0, & cy - hz + lv = 0, \\ ky + bu + gv = 0, & az - cx + mv = 0, \\ kz + cu + hv = 0, & bx - ay + nv = 0, \\ hy - gz + lu = 0, & lx + my + nz = 0. \\ fz - hx + mu = 0, & \\ gx - fy + nu = 0, & \end{array}\right.$$

» Cependant il est visible que les deux dernières des équations (8) ne sont que des conséquences des trois premières; de sorte que le système (8) n'équivaut qu'à trois conditions entre les dix coordonnées. Par conséquent, il n'y a que sept, ou (parce qu'il ne s'agit que des rapports de ces quantités) véritablement six coordonnées qui restent indépendantes : ce qui doit arriver. En effet, pour déterminer une droite représentée par une seule équation à trois variables (c'est-à-dire une droite en espace à deux dimensions), il ne faut que deux quantités ou coordonnées. Pour une droite représentée par deux équations à quatre variables (c'est-à-dire une droite en espace à trois dimensions), il faut quatre de ces coordonnées. De la même manière, pour une droite représentée par trois équations à cinq variables (c'est-à-dire une droite en espace à quatre dimensions), il faut six coordonnées. De plus, pour une rencontre de deux droites en espace à deux dimensions, il ne faut pas de condition; pour une telle rencontre en espace à trois dimensions, il faut une seule condition. Pour une rencontre en espace à quatre dimensions, il faut encore deux conditions, trois en tout.

» Cela posé, les trois conditions nécessaires et suffisantes pour une telle rencontre se déduisent facilement des équations (8), et peuvent s'exprimer par le système

$$(10)\quad \left\{\begin{array}{l} bh_1 - cg_1 - lk_1 - b_1 h - c_1 g - l_1 k = 0, \\ -ah_1 + cf_1 - mk_1 - a_1 h + c_1 g - m_1 k = 0, \\ ag_1 - hf_1 - nk_1 + a_1 g - b_1 f - n_1 k = 0, \\ al_1 + bm_1 + cn_1 + a_1 l + b_1 m + c_1 n = 0, \\ fl_1 + gm_1 + hn_1 + f_1 l + g_1 m + h_1 n = 0; \end{array}\right.$$

deux quelconques peuvent se déduire des trois autres.

» Avant de quitter la question des droites, on peut remarquer que, dans le système dérivé (9), trois équations quelconques qui contiennent les

cinq variables, ou bien deux quelconques qui n'en contiennent que quatre, peuvent servir pour déterminer la droite. Et dans ce cas, en faisant les calculs selon la première méthode, on trouvera que les six coordonnées ne sont, à un facteur près, autre chose que six parmi les dix coordonnées de la seconde méthode. En effet, des équations, par exemple,

$$\begin{aligned} \mathrm{k}y \quad . \quad + \mathrm{b}u + \mathrm{g}v &= 0, \\ . \quad \mathrm{k}z + \mathrm{c}u + \mathrm{h}v &= 0, \end{aligned}$$

on tire pour les six coordonnées les expressions suivantes :

$$-\mathrm{kb}, \quad -\mathrm{kc}, \quad \mathrm{k}^2, \quad \mathrm{kh}, \quad -\mathrm{kg}, \quad \mathrm{bh}, \quad -\mathrm{cg},$$

ou bien, au facteur $-\mathrm{k}$ près,

$$\mathrm{b}, \quad \mathrm{c}, \quad -\mathrm{k}, \quad -\mathrm{h}, \quad \mathrm{g}, \quad -\mathrm{l},$$

c'est-à-dire des quantités qui satisfont à la condition nécessaire et suffisante pour qu'ils servent comme six coordonnées d'une droite

$$\mathrm{bh} - \mathrm{cg} - \mathrm{lk} = 0;$$

et ainsi de suite pour les autres.

» Si l'on supprime les quantités l_2, m_2, n_2, q_2, p, p_1, on retrouve les formules (1), (2), (3), (4), (5).

» En terminant cette Note, je remarque qu'un plan peut se représenter ou par une seule équation à quatre variables, ou par deux équations à cinq variables, de la forme

$$\begin{aligned} lx + my + nz + pu + qv &= 0, \\ l_1 x + m_1 y + n_1 z + p_1 u + q_1 v &= 0, \end{aligned}$$

et l'on peut en déduire les dix coordonnées du plan, savoir

$$\left| \begin{matrix} l, & m, & n, & p, & q \\ l_1, & m_1, & n_1, & p_1, & q_1 \end{matrix} \right| = \mathrm{a}, \quad \mathrm{b}, \quad \mathrm{c}, \quad \mathrm{f}, \quad \mathrm{g}, \quad \mathrm{h}, \quad \mathrm{l}, \quad \mathrm{m}, \quad \mathrm{n}, \quad \mathrm{k},$$

qui satisfont à des conditions de la même forme que le système (10). »

ANALYSE. — *Mémoire sur la théorie des dérivées principales et son application à la Mécanique analytique; par M.* ÉMILE MATHIEU. (Extrait par l'auteur.)

« Considérons une fonction α d'un nombre pair de variables, que nous désignons par $q_1, q_2, \ldots, q_n, p_1, p_2, \ldots, p_n$, et supposons qu'on ait, entre ces

$2n$ variables, $2r$ équations

$$(1) \qquad f_1 = 0, \quad f_2 = 0, \ldots, \quad f_{2r} = 0,$$

r étant $< n$; α est donc une fonction donnée des variables q_i, p_i; mais, à cause des équations (1), on peut donner à α une infinité d'autres formes, renfermées dans la formule

$$\alpha' = \alpha + \lambda_1 f_1 + \ldots + \lambda_{2r} f_{2r},$$

λ_1, $\lambda_2, \ldots, \lambda_{2r}$ étant des fonctions des mêmes variables, qui ne deviennent pas infinies dans les limites où l'on fait varier les variables. Les dérivées de α' sont renfermées dans les deux formules

$$\frac{d\alpha}{dq_i} + \lambda_1 \frac{df_1}{dq_i} + \ldots + \lambda_{2r} \frac{df_{2r}}{dq_i},$$
$$\frac{d\alpha}{dp_i} + \lambda_1 \frac{df_1}{dp_i} + \ldots + \lambda_{2r} \frac{df_{2r}}{dp_i}.$$

» En y faisant $i = 1, 2, \ldots, n$, on obtient $2n$ expressions, qui forment ce que nous appellerons un groupe de *dérivées virtuelles*.

» Parmi le nombre infini des groupes de dérivées virtuelles, on doit en distinguer un, que nous appelons le groupe des *dérivées principales;* il s'obtient en prenant, pour les quantités λ, les $2r$ quantités qui satisfont aux $2r$ équations linéaires renfermées dans celle-ci :

$$[f_1, f_s]\lambda_1 + [f_2, f_s]\lambda_2 + \ldots + [f_{2r}, f_s]\lambda_{2r} = [f_s, \alpha],$$

où s est susceptible des valeurs $1, 2, \ldots, n$, et en posant, suivant la notation habituelle,

$$[u, v] = \sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{du}{dq_i} \frac{dv}{dp_i} - \frac{du}{dp_i} \frac{dv}{dq_i} \right).$$

On démontre facilement sur les dérivées principales les deux théorèmes suivants :

» 1° *Le groupe des dérivées principales de α ne dépend pas de la forme sous laquelle α a été donné.*

» 2° *Chaque dérivée principale de la somme de deux fonctions, par rapport à une des variables q_i, p_i, est égale à la somme des dérivées principales de ces fonctions par rapport à la même variable.*

» Désignons les dérivées principales par la notation des dérivées ordi-

naires, mais en les plaçant entre parenthèses; ainsi $\left(\frac{d\alpha}{dq_i}\right)$ représentera la dérivée principale de α par rapport à q_i. Nous aurons alors ce théorème :

» THÉORÈME. — *Imaginons* $2n - 2r$ *fonctions désignées généralement par* β *des* $2n$ *variables* q_i, p_i, *et supposons entre ces variables les* $2r$ *équations*

$$f_1 = 0, \quad f_2 = 0, \ldots, \quad f_{2r} = 0;$$

alors, en désignant par α *une fonction quelconque de ces variables, on a ces formules extrêmement simples :*

$$\left(\frac{d\alpha}{dq_i}\right) = \sum_\beta \frac{d\alpha}{d\beta}\left(\frac{d\beta}{dq_i}\right), \quad \left(\frac{d\alpha}{dp_i}\right) = \sum_\beta \frac{d\alpha}{d\beta}\left(\frac{d\beta}{dp_i}\right).$$

» Ainsi le théorème élémentaire relatif à la dérivée d'une fonction composée est applicable aux dérivées principales.

» Imaginons maintenant que les $2n$ variables q_i, p_i satisfassent à l'équation

$$\frac{dq_1}{dt}\,\partial p_1 + \frac{dq_2}{dt}\,\partial p_2 + \ldots + \frac{dq_n}{dt}\,\partial p_n - \left(\frac{dp_1}{dt}\,\partial q_1 + \ldots + \frac{dp_n}{dt}\,\partial q_n\right) = \partial \mathrm{H},$$

dans laquelle la caractéristique ∂ indique les variations des quantités q_i, p_i assujetties aux équations (1), et H est une fonction de ces $2n$ variables. On en conclut les $2n$ équations suivantes :

$$\frac{dq_i}{dt} = \left(\frac{d\mathrm{H}}{dp_i}\right), \quad \frac{dp_i}{dt} = -\left(\frac{d\mathrm{H}}{dq_i}\right),$$

dans lesquelles les seconds membres désignent des dérivées principales.

» Ces équations renferment, comme cas particulier, les équations de la Dynamique données par Jacobi (*Nova methodus*, t. III de ses *Œuvres*, p. 216). On obtient ces dernières en supposant que $f_1, f_2, \ldots, f_r$ ne renferment que les variables q_i et que l'on pose

$$f_{r+1} = [f_1, \mathrm{H}], \quad f_{r+2} = [f_2, \mathrm{H}], \ldots.$$

» Les $2n$ variables q_i, p_i peuvent être remplacées par $2n - 2r$ variables $\mathrm{Q}_1, \mathrm{Q}_2, \ldots, \mathrm{Q}_{n-r}$, $\mathrm{P}_1, \mathrm{P}_2, \ldots, \mathrm{P}_{n-r}$, indépendantes entre elles, et qui satisfont aux $2n - 2r$ équations différentielles

$$\frac{d\mathrm{Q}_i}{dt} = \frac{d\mathrm{H}}{d\mathrm{P}_i}, \quad \frac{d\mathrm{P}_i}{dt} = -\frac{d\mathrm{H}}{d\mathrm{Q}_i}.$$

» Quand les équations de condition entre les variables disparaissent, le problème des *perturbations* se résout par des formules dues à Lagrange, ou

par d'autres dues à Poisson : les premières ne changent pas par les équations de condition; les secondes, au contraire, doivent être modifiées, et cette modification présente beaucoup de difficultés; toutefois on les lève très-heureusement par la théorie des dérivées principales. De plus, nous généralisons ce problème comme il suit :

» Supposons entre les variables q_i, p_i les $2r$ équations finies

$$(a) \qquad f_1 = 0, \quad f_2 = 0, \ldots, \quad f_{2r} = 0,$$

et les $2n$ équations différentielles

$$(b) \qquad \frac{dq_i}{dt} = \left(\frac{dH}{dp_i}\right), \quad \frac{dp_i}{dt} = -\left(\frac{dH}{dq_i}\right),$$

dont les seconds membres sont les dérivées principales de la fonction H. Concevons que l'on ait intégré ces équations, et que l'on ait trouvé pour intégrales les $2n - 2r$ équations

$$(c) \quad \beta_1 = \beta_1(q_1, q_2, \ldots, q_n, p_1, \ldots, p_n), \quad \beta_2 = \beta_2(q_1, \ldots, q_n, p_1, \ldots, p_n), \ldots,$$

les premiers membres désignant des constantes arbitraires; supposons ensuite que l'on ait à résoudre le même problème dans lequel la fonction H est remplacée par $H + \Omega$, Ω étant très-petit, de sorte que les équations (a) subsistent encore; mais les équations (b) sont remplacées par

$$(d) \qquad \frac{dq_i}{dt} = \left[\frac{d(H+\Omega)}{dp_i}\right], \quad \frac{dp_i}{dt} = -\left[\frac{d(H+\Omega)}{dq_i}\right].$$

Alors les fonctions des variables q_i, p_i, qui forment les seconds membres des équations (c), ne sont plus égales à des constantes; mais leurs dérivées par rapport à t sont, en général, de très-petites quantités qu'il s'agit de déterminer. Le problème, posé dans ces termes, se résout par la formule

$$\frac{d\alpha}{dt} = \sum_{\beta} \frac{d\Omega}{d\beta} \left\{ [\alpha, \beta] + \mu_1(\beta)[\alpha, f_1] + \ldots + \mu_{2r}(\beta)[\alpha, f_{2r}] \right\},$$

α désignant une quelconque des fonctions (c), et les quantités $\mu_1(\beta)$, $\mu_2(\beta), \ldots$ étant les solutions des $2r$ équations linéaires renfermées dans la suivante :

$$[f_1, f_i]\mu_1(\beta) + [f_2, f_i]\mu_2(\beta) + \ldots + [f_{2r}, f_i]\mu_{2r}(\beta) = [f_i, \beta],$$

i étant susceptible des valeurs $1, 2, \ldots, 2r$.

» Désignons par $[\alpha, \beta]'$, par rapport aux variables Q_i, P_i, l'expression

analogue à $[\alpha, \beta]$ par rapport aux variables q_i, p_i, c'est-à-dire posons

$$[\alpha, \beta]' = \sum \left(\frac{d\alpha}{dQ_i} \frac{d\beta}{dP_i} - \frac{d\alpha}{dP_i} \frac{d\beta}{dQ_i} \right);$$

on déduit très-facilement de la formule précédente des perturbations

$$[\alpha, \beta]' = [\alpha, \beta] + \mu_1(\beta)[\alpha, f_1] + \ldots + \mu_{2r}(\beta)[\alpha, f_{2r}].$$

» Cette équation donne la généralisation de la solution d'un problème que Jacobi considère comme très-difficile, et qu'il se propose dans les termes suivants (*Nova Methodus*, § XXXVIII, p. 195) :

« Quum propter rei utilitatem tum propter egregiam ejus difficultatem, tum quia accu- » rate examinare juvat, quæcumque spectant ad expressionem $[\varphi, \psi]$ tantis proprietatibus » gaudentem, etc. »

» La formule à laquelle Jacobi est arrivé par des calculs très-compliqués se rapporte au cas où les équations de condition sont assujetties aux restrictions indiquées ci-dessus ; notre généralisation, loin de compliquer les raisonnements et le résultat, les simplifie en faisant entrer de la même manière deux sortes de fonctions qui semblent tout à fait distinctes dans la question de Jacobi. »

NAVIGATION. — *Régulation des compas sans relèvements*. Note de M. CASPARI, présentée par M. Jamin.

« L'erreur des compas, due aux fers des navires, varie avec la latitude magnétique. Les méthodes d'observation des déviations ne permettent pas de séparer les éléments dont la connaissance serait nécessaire pour prédire ces variations d'état magnétique. Le mode de vérification en cours de campagne s'appuie sur des observations astronomiques, qui deviennent impossibles par temps brumeux : or, c'est surtout dans ces cas qu'un navire a besoin, pour atterrir sûrement, de connaître les erreurs de ses compas.

» Les mesures directes de déviation étant impossibles, j'y ai substitué le moyen pratique le plus simple de mesurer une fonction de la force horizontale totale, et d'en déduire la valeur de la force perturbatrice. Pour cela, je mesure la déviation de l'aiguille du compas produite par un aimant placé au-dessus de celui-ci et tournant autour de son axe vertical. Le couple produit ainsi a toujours la même valeur, pourvu que l'angle des deux aimants reste le même; il peut servir par suite à mesurer l'action combinée de la terre et du navire à laquelle il fait équilibre.

» Si e désigne l'écart ainsi produit sur l'aiguille, H' la valeur de la force horizontale de la terre et du navire, on a

$$H' \sin e = \text{const.},$$

indépendamment de toute hypothèse sur les actions magnétiques.

» On mesure les écarts à plusieurs caps du navire, et, en combinant les relations ainsi obtenues avec les équations de Poisson, on en déduit les valeurs des déviations.

» Les équations de Poisson, transformées par M. Archibald Smith, renferment en dernière analyse 6 constantes λ, A, B, C, D, E. On peut connaître une fois pour toutes λ et D; on peut disposer (et l'on dispose généralement) le compas étalon de manière que A et E soient nuls. Il ne reste donc plus que B et C à déterminer. La méthode la plus simple consiste à gouverner à trois caps cardinaux du compas; les relations permettent facilement, dans ce cas particulier, de calculer C et B par des formules simples.

» J'indique un moyen d'effectuer la régulation en n'observant qu'à deux caps cardinaux adjacents; soit qu'on puisse mesurer par un moyen quelconque la relation vraie du navire en passant d'un des caps à l'autre, soit qu'on calcule la constante λ et que l'on fasse certaines observations avant le départ. »

PHYSIQUE. — *Sur un électro-diapason à mouvement continu.* Note de M. E. MERCADIER, présentée par M. Jamin.

« A l'occasion d'études sur des phénomènes électriques qui se produisent pendant un temps très-court dans les appareils télégraphiques, j'ai été conduit à rechercher s'il ne serait pas possible de construire un appareil susceptible : 1° de diviser le temps en fractions très-petites et égales; 2° de produire ces durées très-petites *d'une manière continue*, et sans exiger d'autre réglage que celui qui serait nécessaire au départ; 3° d'enregistrer facilement ces fractions de temps.

» Une solution de ce problème, appliquée depuis longtemps, consiste dans l'emploi de deux diapasons A et B, dont l'un, B, fait un nombre de vibrations égal à celui de l'autre ou à l'un de ses multiples. Le diapason A est disposé en trembleur électrique de Froment, avec un contact à mercure comme dans l'interrupteur de Foucault. En face de chaque branche du diapason B se trouve un électro-aimant, dans lequel passe le courant, interrompu à chaque instant, qui circule dans l'électro-aimant de A en entretenant son mouvement. Il en résulte sur les branches de B une

série très-rapide d'attractions synchrones qui provoquent ses vibrations et les entretiennent. Un style fixé à ce diapason peut en inscrire les vibrations.

» Cet appareil présente plusieurs inconvénients : il est complexe; il nécessite l'emploi de deux diapasons d'un nombre relatif de vibrations parfaitement déterminé et de trois électro-aimants semblables. De plus, dans l'interrupteur Foucault, qui sert à animer une bobine d'induction, et dans lequel la condition essentielle à remplir est que l'interruption du courant soit aussi nette et brusque que possible, l'emploi du mercure surmonté d'une couche d'alcool est excellent; mais, lorsqu'il s'agit de produire plus de cent interruptions par seconde, le mercure est défectueux : il s'oxyde rapidement; l'alcool devient noir, empêche, par suite, de voir la pointe de l'interrupteur, ce qui rend son réglage difficile, de telle sorte qu'on voit souvent des appareils de cette nature cesser de temps en temps et brusquement de fonctionner, sans qu'on puisse en bien déterminer la cause. Il en résulte qu'on ne peut pas être bien sûr, quand on met l'appareil en marche en commençant une expérience, que le mouvement du diapason ne s'éteindra pas avant qu'on ait eu le temps de la finir.

» On peut éviter ces inconvénients, en simplifiant en même temps beaucoup l'appareil, d'après les considérations suivantes :

» 1° La condition d'interruptions brusques de courant n'est pas nécessaire ici; au contraire, car il s'agit d'*entretenir* un mouvement vibratoire dont la force vive varie *graduellement;* l'emploi du mercure et de l'alcool est donc plutôt nuisible qu'utile : on y substitue avantageusement une plaque de platine sur laquelle vient butter un style en fil de même métal. Il se produit alors, à chaque contact, une étincelle d'induction qui en prolonge un peu la durée. Le platine est peu à peu arraché, il est vrai; mais il ne s'oxyde pas et fonctionne toujours bien : j'ai des plaques interruptives de cette nature qui me servent depuis trois mois, sans que jamais l'appareil mis en mouvement se soit arrêté par leur fait, même avec 250 interruptions par seconde.

» 2° Cela étant, l'instrument ne comportant plus l'emploi de liquides, on peut placer le diapason interrupteur dans toutes les positions possibles, et, dès lors, on ne voit pas pourquoi ce diapason n'enregistrerait pas lui-même ses propres vibrations, au lieu de servir simplement d'intermédiaire à un autre.

» Cette remarque conduit à la suppression d'un diapason sur deux; et, comme d'ailleurs le diapason interrupteur à contact en platine marche

très-bien avec un seul électro-aimant, placé en face de l'une de ses branches, on peut supprimer deux électro-aimants sur trois.

» La construction de l'instrument que j'appelle *électro-diapason à mouvement continu* n'est que l'application de ces remarques.

» L'appareil se compose donc d'un seul diapason vissé dans un madrier en chêne porté sur trois vis calantes. Un petit électro-aimant à faible résistance est fixé sur un montant, en face de l'une des branches du diapason qui porte, en arrière, un fil de platine de 1 centimètre de longueur environ destiné à servir de *style interrupteur;* à l'autre branche est fixé, en avant, un autre style quelconque, un fil d'acier d'environ $0^{mm},3$ de diamètre, par exemple, qui sert à enregistrer les vibrations. La plaque interruptrice en platine, portée sur une vis de réglage, est fixée entre les deux branches du diapason, un peu en arrière, en face du fil de platine, et de façon que le contact ait lieu lorsque les deux branches *se rapprochent* (1). Enfin le rhéophore positif d'une pile est mis en communication avec la plaque interruptrice, et le négatif avec le style interrupteur, par l'intermédiaire du fil de l'électro-aimant et de la tige du diapason.

» Dans ces conditions, il suffit d'approcher la plaque du fil de platine à l'aide de la vis qui la supporte. Dès que le contact a lieu et qu'une petite étincelle jaillit, le courant passe, l'électro-aimant agit, le diapason se met à vibrer *de lui-même*, le style interrupteur vibre synchroniquement : on fait varier sa distance à la plaque, jusqu'à ce qu'on ait obtenu l'amplitude vibratoire maximum de l'instrument ; celui-ci est alors réglé et continue à vibrer sans s'arrêter, tant que la pile fonctionne (2).

» Pour obtenir un chronographe avec cet instrument, il suffit d'y ajouter un cylindre recouvert de papier enfumé, mis en mouvement, soit à la main, soit à l'aide d'un moteur, et sur lequel le style enregistreur inscrit les vibrations du diapason.

» J'ai obtenu ainsi, avec des diapasons de 128, 256, 512 vibrations simples par seconde, et un cylindre de 15 centimètres de diamètre seulement, des sinusoïdes dont l'amplitude peut aller (même avec le troisième

(1) Si l'on se sert d'un fil d'acier comme enregistreur, on peut le prendre assez long pour qu'il déborde des deux côtés du diapason et faire servir la partie antérieure d'enregistreur et la partie postérieure d'interrupteur. J'ai constaté que, malgré l'oxydation du fil d'acier sous l'influence des étincelles d'induction, l'appareil fonctionnait d'une manière continue, au moins pendant dix-huit heures de suite.

(2) J'ai dans mon laboratoire, à l'Administration centrale des télégraphes, un de ces appareils qui marche jour et nuit depuis le 5 mai.

diapason) à 4 et 5 millimètres. En coupant les sinusoïdes en deux parties égales par le tracé de leur ligne droite médiane, on obtient les divisions du temps correspondant au nombre des vibrations *simples* du diapason. Par exemple, j'ai très-facilement sur les graphiques des 512[ièmes] de seconde représentés par des longueurs d'environ 3 millimètres, et dont les extrémités sont nettement déterminées par les intersections, sous un angle assez grand, de la ligne droite avec la sinusoïde : il suffit pour cela de faire tourner le cylindre avec une vitesse d'environ trois tours par seconde.

» La propriété la plus importante de cet appareil si simple est que, quelles que soient l'intensité de la pile, la distance de l'électro-aimant au diapason et sa hauteur le long de la branche en face de lui, quelle que soit, en un mot, l'amplitude des vibrations du diapason, ces vibrations conservent, malgré la dissymétrie de la disposition adoptée, un synchronisme remarquable, à moins d'un millième près. On peut donc se fier pleinement aux indications des graphiques qui les représentent, et l'emploi d'un pendule à secondes, ainsi que l'a fait M. Regnault dans ses belles recherches sur la vitesse du son, paraît superflu, si ce n'est pour déterminer une fois pour toutes le nombre exact des vibrations du diapason dont on se sert.

» Je reviendrai sur ce sujet dans une prochaine Communication, pour donner divers résultats numériques, et j'indiquerai en même temps un certain nombre de faits intéressant la théorie de l'élasticité, qui se présentent tout naturellement, quand on cherche les conditions nécessaires pour faire rendre à un appareil de ce genre le maximum d'effet qu'il peut donner. »

PHYSIQUE. — *Réponse à une observation de M.* Raynaud, *sur les conditions de maximum de la résistance des galvanomètres;* par M. **Th. du Moncel.**

« Dans la Note à laquelle M. Raynaud fait allusion dans sa Communication à l'Académie, du 21 avril dernier, je n'ai pas prétendu, en aucune façon, *critiquer*, comme il le croit, *la solution admise*, puisque je suis arrivé aux mêmes conclusions, en partant de la formule complète que j'ai posée, quand je prenais pour variable la grosseur du fil (1). J'ai dit seulement qu'en réalité le nombre des tours de spires n'était pas représenté par la racine carrée de la résistance de l'hélice magnétique, comme le suppose la formule incomplète que je discutais; et je démontrais qu'en ne tenant pas compte de

(1) Voir mon *Exposé des applications de l'électricité*, t. II, p. 13, 3e édition.

l'action différente des spires, suivant leur distance plus ou moins grande au centre magnétique, ce qui peut être admis dans les conditions ordinaires des électro-aimants, comme l'expérience le démontre et comme l'indique la loi elle-même de la proportionnalité de la force magnétique au nombre des tours de spires, on peut augmenter l'énergie du moment magnétique, en donnant au fil du multiplicateur une *longueur plus grande que celle qui rendrait sa résistance égale à celle du circuit extérieur*. Voici, en effet, les conclusions auxquelles j'avais été conduit et qui sont nettement définies, pour le cas des électro-aimants, dans mon *Exposé des applications de l'électricité*, t. II, p. 16 (3e édition).

» 1° Si l'on fait varier g, c'est-à-dire le diamètre du fil de l'électro-aimant, *les conditions de maximum répondent à l'égalité des deux résistances* R *et* H. Cette déduction signifie que, pour un électro-aimant *de dimensions données* a, b, c, la plus grande force possible obtenue avec la moindre résistance de circuit possible est produite quand la grosseur de son fil *rend la résistance de celui-ci égale à celle du circuit extérieur*.

» 2° Si l'on fait varier a, c'est-à-dire l'épaisseur des couches de spires, les conditions de maximum indiquent que la résistance de l'électro-aimant doit être supérieure à la résistance du circuit extérieur, dans le rapport de 1 à $\frac{a+c}{a}$; ce qui signifie qu'*un fil de grosseur donnée g* peut, par son enroulement autour d'un électro-aimant, dont le fer a une longueur et un diamètre donnés, c et b, augmenter avantageusement la force électromagnétique, jusqu'à ce que la résistance de l'hélice soit égale à celle du circuit multipliée par $\frac{a+c}{a}$.

» Ces déductions, comme on le voit, ne contredisent en rien la solution admise et montrent que les considérations exposées par M. Raynaud avaient été prévues.

» Les conclusions pratiques de tout ceci sont que, si l'on ne se préoccupe pas des dimensions d'un multiplicateur, ce qui est le cas général, le maximum de sa sensibilité correspond à une résistance du circuit extérieur plus petite que sa résistance propre; mais que, si l'on a à choisir parmi plusieurs multiplicateurs de mêmes dimensions, enroulés avec des fils de différentes grosseurs, le galvanomètre que l'on devra prendre de préférence sera celui dont la résistance du fil se rapprochera le plus possible de celle du circuit extérieur. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives aux Notes de M.* du Moncel *et de MM.* Thenard, *sur la décomposition de l'acide carbonique par les effluves électriques;* par M. G. Jean.

« Dans une Note présentée à l'Académie, en décembre 1865, Note publiée dans le journal *les Mondes*, on trouve la description de l'appareil, tout en verre, qui m'a servi pour étudier la formation de l'ozone, et la décomposition de l'acide carbonique en oxyde de carbone et en oxygène ozoné, par les effluves électriques. Cet appareil, qui a été exposé en 1867 par M. Seguy, offre toute la sécurité convenable, pour l'étude si délicate de l'ozone qui attaque avec facilité les vernis et les mastics. Dans cet appareil, le petit tube était argenté intérieurement, au moyen d'un liquide tenant en dissolution un mélange de nitrate d'argent ammoniacal et de sucre interverti.

» Quant au condensateur à carreaux dont a parlé M. du Moncel, il m'a permis d'avoir de grandes surfaces, dont j'espérais obtenir de l'ozone en quantité, au moyen d'une puissante bobine, donnant des étincelles de 60 à 65 centimètres, et ayant percé un bloc de verre épais de 10 centimètres.

» Dans une Note présentée à l'Académie en 1864, j'ai indiqué la modification à faire subir à ce condensateur, pour produire et voir les stratifications de l'effluve électrique, stratifications qui, dans l'appareil décrit par M. du Moncel, sont droites, mais qui prennent la forme de cercles et d'arcs de cercle quand on remplace les carreaux par des calottes sphériques en verre, d'un diamètre convenable. Ces formes de stratification offrent beaucoup d'analogie avec celles qu'affectent les effluves électriques des aurores polaires. Malheureusement, la lumière produite dans cette expérience est courte et très-faible. Pour bien la voir, il faut non-seulement noircir l'étain collé sur la surface inférieure, mais aussi faire l'expérience dans l'obscurité. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à une Communication de M.* du Moncel, *sur l'effluve condensée de l'étincelle d'induction;* par M. Houzeau.

« Dans sa Note publiée dans le *Compte rendu* du 21 avril dernier, M. du Moncel s'exprime ainsi :

« Pour appliquer l'effluve aux effets électrochimiques, on a employé deux moyens : l'un consiste à mastiquer ensemble, par leurs bords, les deux lames de verre, en y ména-

geant deux tubulures pour l'entrée et la sortie des gaz; l'autre à composer le condensateur avec trois tubes introduits l'un dans l'autre, et disposés de telle manière que deux d'entre eux puissent former une armature liquide, annulaire, enveloppant, à une distance de 2 à 3 millimètres, le troisième tube, qui constitue alors la seconde armature. »

» On voit que l'auteur de cette Note passe entièrement sous silence un autre moyen que j'ai publié dès 1870.

» Il consiste à faire usage d'un simple tube de verre, le plus mince possible, qu'on remplit intérieurement d'un fil métallique, tandis qu'on enroule à l'extérieur du tube, et presque sur tout le parcours de l'armature intérieure, un autre fil également métallique et d'un diamètre plus petit (1). C'est là ce que j'ai appelé le *tube ozoniseur à simple effet*.

» Le tube à *double effet* est formé du tube précédent, à armatures solides, emprisonné dans un autre tube de diamètre le plus étroit possible, et ayant aussi sa prise de gaz spéciale. On tire ainsi parti de l'effluve électrique développée aux deux électrodes. Ce dispositif permet d'obtenir la même proportion d'ozone dans un temps beaucoup plus court.

» J'ajouterai que mon tube électriseur est, depuis les premiers mois de 1872, répandu dans plusieurs laboratoires de Paris et de l'étranger.

» Si l'on se rappelait les principes qui ont été exposés dans mon Mémoire de 1870, on verrait que c'est la simplicité de ce tube qui en fait la puissance. C'est ce qu'a d'ailleurs compris M. Gaugain, qui en a donné une théorie judicieuse.

» Je n'ai certes aucune prétention à la découverte de l'effluve électrique, pas même à son emploi pour obtenir quelques milligrammes d'ozone par litre d'oxygène ou d'air employé. MM. Jean, Babaud et Baines m'ont

(1) Depuis l'hiver de 1871, dans mon laboratoire et à mes Cours publics, afin d'économiser le platine, je substitue à l'armature extérieure métallique une armature liquide (eau acidulée ou salée), mais sans avantage appréciable pour le rendement en ozone. Je me rappelle même avoir installé, séance tenante, un jour, dans le courant de mars 1872, je crois, chez M. Thenard et avec le concours de son jeune et habile préparateur, M. David, un tube ozoniseur analogue aux miens, et dont l'armature *extérieure* était formée d'eau acidulée; seulement son rendement était inférieur à celui de mes tubes.

Plus tard (15 juillet 1872), j'appris, par les *Comptes rendus*, que M. Arn. Thenard avait eu la bonne idée de substituer à ce liquide une solution de chlorhydrate de chlorure d'antimoine, signalé par M. Edm. Becquerel comme un des meilleurs conducteurs de l'électricité, et qu'il avait même remplacé, pour mieux approprier l'appareil à la nature de ses intéressantes recherches, l'armature *intérieure* en platine de mes tubes, par un tube même rempli de la solution stibiée précédente.

devancé dans cette dernière voie, sans cependant faire avancer la question de rendement en ozone, puisque leurs appareils fournissaient ce gaz à l'état moins concentré que les anciennes méthodes connues (électrolyse de l'eau, réaction de l'acide sulfurique sur le bioxyde de baryum); mais, à la suite de laborieuses recherches, qui ont nécessité plus de quatre cents dosages d'ozone, je crois être le premier qui aie su trouver, au point de vue de l'effet chimique produit, les meilleures conditions pour concentrer et utiliser la puissance de l'effluve, pour une intensité électrique donnée. Dès 1870, je chargeais un litre d'oxygène de 100 milligrammes et plus d'ozone.

» En 1872, mon tube électriseur, présenté à l'Académie, produisait couramment, à la température ordinaire, et avec seulement 4 éléments de Bunsen (modèle Dubosq), 60 milligrammes d'ozone par litre. Non-seulement cette proportion n'a pas été dépassée par les systèmes que décrit M. du Moncel, mais elle n'a pas même été atteinte. Les raisons en seront d'ailleurs développées nettement, et avec preuves à l'appui, dans mon Mémoire (1). »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action du soufre sur l'arsenic.* Note de M. A. Gélis, présentée par M. Berthelot.

« 1. Aucune des combinaisons connues du soufre et de l'arsenic n'a encore été obtenue par l'action directe du soufre sur le métal.

» Comme plusieurs métalloïdes, l'arsenic semble se combiner presque en toutes proportions avec le soufre, par simple fusion, mais on ignore la nature des produits qui se forment dans ce cas. On les compare aux alliages, et Berzélius dit positivement « que la chaleur ne donne pas un » moyen d'obtenir les sulfures d'arsenic dans leurs différents degrés de » combinaisons définies ».

» Cette opinion n'est pas d'accord avec les faits que j'ai observés. A la vérité, les produits de l'action directe du soufre sur l'arsenic varient suivant les quantités relatives des deux corps; mais ces produits sont définis, peu nombreux et faciles à déterminer.

» 2. Lorsqu'on chauffe le soufre avec un excès de métal, il ne se forme qu'un seul produit, le bisulfure d'arsenic S^2As. Ce sulfure est rouge-corail;

(1) En ce moment, deux de mes tubes électriseurs donnent avec facilité, à la température ordinaire et avec 4 éléments Dubosq, de 78 à 95 milligrammes d'ozone par litre d'oxygène qui les a traversés (dosage par l'iodure de potassium ou l'acide arsénieux). Depuis six mois qu'ils fonctionnent, leur puissance ne s'est pas affaiblie.

il est opaque, sa cassure est cristalline, et il n'a rien de commun avec le produit vitreux connu dans le commerce sous le nom de *faux réalgar*.

» Quand c'est le soufre qui domine, on obtient le quintisulfure S^5As, mais la production de ce sulfure est accompagnée de phénomènes secondaires qui m'obligent à entrer dans quelques détails.

» Si, dans un ballon de verre, on chauffe une partie d'arsenic avec sept ou huit parties de soufre, le métal disparaît, et l'on obtient un liquide transparent et fluide. Ce liquide refroidi donne une masse élastique qui a quelquefois la consistance du caoutchouc. Avec le temps, cette masse se modifie spontanément et devient cassante et facile à pulvériser.

» Soumise à l'action de divers agents, elle a donné les résultats qui suivent :

» L'ammoniaque liquide la sépare en deux parties : une soluble, qui est du quintisulfure d'arsenic, l'autre insoluble, qui n'est que du soufre ordinaire. Toutefois on verra plus loin, d'après l'action du sulfure de carbone, que le soufre ordinaire ne préexiste pas, du moins en totalité, dans cette matière.

» La chaleur lui fait éprouver une décomposition analogue.

» Lorsqu'on la distille dans une cornue de grès, on obtient d'abord du soufre, puis du soufre chargé d'arsenic, et le résidu de la cornue est du quintisulfure d'arsenic S^5As; mais ce dernier lui-même n'est pas stable.

» Si l'on continue la distillation de ce résidu, on obtient de nouveaux produits : le quintisulfure, sous l'influence de la chaleur, se dédouble en trisulfure et en soufre

$$S^5As = S^3As + S^2.$$

» Le trisulfure reste dans la cornue et peut être distillé à la fin sans décomposition. Quant au soufre qui a passé d'abord, c'est surtout du soufre arsenical.

» Le corps obtenu dans ces deux expériences, et que je désigne sous le nom de *soufre arsénical*, est semblable au produit primitif, qui avait été préparé directement par l'action du soufre en excès sur l'arsenic.

» 3. L'action du sulfure de carbone sur cette matière présente des particularités curieuses. Elle abandonne d'abord tout le soufre ordinaire qu'elle contient, et la liqueur se colore; mais, après trois ou quatre traitements, elle cesse de se colorer. Cependant le sulfure de carbone n'a pas encore épuisé son action, mais il n'agit plus comme au début de l'expérience. A chaque traitement nouveau il enlève un peu de soufre, mais il

ne s'en sature plus. Il y a évidemment altération du produit par le dissolvant. Il en résulte que sa teneur en soufre peut varier énormément suivant la durée des lavages, et que, s'il a une composition définie, on ne peut la déterminer. Toutefois la quantité de soufre qu'il contient est encore très-considérable.

» Une masse préparée avec 50 grammes de soufre et 10 grammes d'arsenic, conservée pendant quatorze mois et traitée par le sulfure de carbone, a donné, pour 1 gramme de matière, $4^{gr},87$ de sulfate de baryte, correspondant à 66,80 pour 100 de soufre; ce qui donne en équivalents le rapport de 1 d'arsenic pour 9,27 équivalents de soufre.

» Une substance transparente obtenue dans les premiers produits de la distillation du quintisulfure d'arsenic, épuisée par le sulfure de carbone, a donné, pour 1 gramme de matière, $5^{gr},09$ de sulfate de baryte, représentant 69,82 de soufre pour 100, ce qui donne le rapport en équivalents de 1 à 10,51.

» 1 gramme d'une matière obtenue avec 50 grammes de soufre et 10 d'arsenic, et encore élastique, après trois traitements par quatre fois son poids de sulfure de carbone et contact de trois semaines avec la dernière portion de dissolvant, a donné $5^{gr},17$ de sulfate de baryte, correspondant à $70^{gr},90$ pour 100 de soufre et au rapport en équivalents de 1 à 11,41.

» Dans d'autres échantillons, la quantité de soufre trouvée allait jusqu'à 27 équivalents.

» 4. En présence de ces résultats, on peut se demander si cette matière est une combinaison ou simplement un mélange.

» Si c'est une combinaison, il est évident que les éléments qui la constituent sont réunis par des forces très-faibles et qu'ils conservent une grande tendance à se dissocier.

» Si c'est un mélange, on peut supposer, d'après les faits cités, qu'il résulterait de la réunion du quintisulfure d'arsenic avec un état allotropique du soufre insoluble dans le sulfure de carbone. L'existence d'un pareil mélange n'aurait rien que de très-admissible; car déjà, en 1851, nous avons, Fordos et moi, constaté la formation d'un mélange analogue, qui avait été considéré longtemps comme un sulfure d'azote particulier.

» Les expériences qui précèdent n'étant pas suffisantes pour trancher la question, j'en ai institué de nouvelles qui me paraissaient devoir être concluantes.

» On sait que les variétés de soufre, insolubles dans le sulfure de carbone, reviennent à l'état de soufre ordinaire lorsqu'on les maintient pen-

dant quelques heures à la température de 100 degrés. Cette expérience, répétée avec le produit arsénical, n'a donné aucun résultat.

» D'un autre côté, M. Berthelot a fait voir que les soufres insolubles dans le sulfure de carbone sont transformés en soufre ordinaire par leur contact avec l'hydrogène sulfuré. Le produit arsénical a encore résisté à cette épreuve.

» Si donc on persistait à le considérer comme un mélange, il faudrait admettre que la présence du quintisulfure d'arsenic communique au soufre modifié une stabilité que les soufres insolubles, préparés par toute autre voie, sont loin de présenter.

» Si, au contraire, la constance de certains résultats, la coïncidence qui ramène constamment, dans des expériences très-différentes, des nombres très-voisins les uns des autres, font croire à une combinaison, dans ce cas, il faudrait représenter cette combinaison par une formule inusitée, probablement $S^{10}As$; mais ce ne serait pas un obstacle, car ces combinaisons compliquées, qui pouvaient paraître étranges, il y a vingt ans, deviennent beaucoup plus facilement admissibles avec les idées modernes, puisque rien ne s'opposerait à ce que celle-ci soit considérée comme constituant un quintisulfure d'arsenic dans lequel la molécule de soufre serait formée par la condensation de 2 équivalents de soufre ordinaire.

» 5. En résumé, si on laisse de côté ce dernier corps, sur la nature duquel il peut rester quelques doutes, pour ne considérer que les produits de sa destruction, on voit que, dans les deux cas indiqués, l'action du soufre sur l'arsenic ne présente aucune complication, puisqu'elle forme dans un cas du bisulfure, dans l'autre du quintisulfure.

» 6. Il me reste à parler maintenant de ce qui se produit lorsque le soufre et l'arsenic agissent l'un sur l'autre dans les limites de poids indiquées par ses deux composés extrêmes. Dans ce cas, on obtient, suivant les quantités, des mélanges de bi, de tri et de quintisulfure d'arsenic, le trisulfure pouvant se former directement ou résulter de la décomposition du quintisulfure.

» Ces mélanges sont doués, suivant les proportions des composants, de colorations diverses, toujours très-belles, et c'est parmi ces mélanges qu'il faut placer tous les produits, fabriqués à l'étranger, que nous offre le commerce sous les noms de *réalgar* et d'*orpiment artificiels*, d'*orpin de Saxe* et de *rubis d'arsenic*.

» La place dont je puis disposer ne me permet pas de donner ici, même sommairement, le résumé des expériences que j'ai faites sur la composition

de ces différentes matières. On trouvera tous ces détails dans le Mémoire complet. Il me suffira de dire que les faits que je publie aujourd'hui sont déjà sortis du laboratoire pour entrer dans l'industrie. Ils ont permis de fabriquer en France, en 1872, environ 100 000 kilogrammes d'un orpin ou réalgar artificiel qui ne le cède en rien aux plus beaux produits de la fabrication allemande. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du gaz chlorhydrique sur les ammoniaques composées.* Note de M. CH. LAUTH, présentée par M. Wurtz.

« La matière colorante connue sous le nom de *violet de Paris* se produit dans l'action de certains agents oxydants sur la méthyl- et la diméthylaniline; on prépare ces bases en chauffant le chlorhydrate d'aniline avec de l'esprit de bois.

» Dans le *Neues Handwörterbuch der Chemie*, p. 632, M. A.-W. Hofmann a annoncé que la méthylaniline ainsi produite renferme de la méthyltoluidine, et que le violet de Paris résulte de l'oxydation de ce mélange de méthylaniline et de méthyltoluidine, de même que la fuchsine résulte de l'oxydation de l'aniline et de la toluidine. Cette assertion se trouve également mentionnée dans le *Traité des dérivés du goudron*, de MM. Girard et de Laire. Depuis M. Hofmann a apporté, à l'appui de son opinion, des expériences faites en commun avec M. Martius et desquelles il résulte qu'à une température élevée la méthylaniline se convertit en toluidine.

» Cette manière de voir est en contradiction avec ce fait, qu'on obtient, en oxydant les méthylanilines, une proportion de violet d'autant plus grande que l'aniline employée est plus pure et que le violet de Paris se produit également avec la méthylaniline préparée par l'action de l'iodure de méthyle sur l'aniline, à une température beaucoup plus basse que celle qui a été indiquée par M. Hofmann comme nécessaire pour l'introduction du méthyle dans le phényle.

» Il m'a donc paru utile d'entreprendre de nouvelles expériences pour démontrer que les méthylanilines employées dans la fabrication du violet de Paris ne renferment ni toluidine ni méthyltoluidine. On ne peut arriver à cette démonstration par la méthode des distillations fractionnées, ces bases ayant des points d'ébullition trop voisins, ni par celle des cristallisations, les sels étant incristallisables. Le procédé suivant me paraît digne de quelque intérêt, parce qu'il est susceptible d'une certaine généralisation.

» On fait passer un courant d'acide chlorhydrique sec dans la méthylaniline maintenue à une douce ébullition; en recueillant les gaz formés pendant la réaction, on constate, après avoir absorbé l'acide chlorhydrique, la présence d'un gaz insoluble dans l'eau salée, un peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool : il possède une odeur éthérée agréable et brûle avec une flamme verte en donnant naissance à de l'acide chlorhydrique; ces propriétés sont caractéristiques du chlorure de méthyle. En opérant sur 50 grammes de méthylaniline, on recueille en deux ou trois heures plus de 30 litres de ce gaz; l'opération, pour être poussée à bout, doit être prolongée pendant deux jours environ.

» Le produit qui reste dans le ballon ne tarde pas à se prendre par refroidissement en une masse dure cristalline; dissous dans l'eau bouillante et soumis à des cristallisations fractionnées, il donne de magnifiques cristaux qui se sont trouvés identiques pour toutes les cristallisations; les dernières eaux mères, épaisses, renferment presque toujours un peu de chlorhydrate de méthylaniline non décomposé. Les cristaux traités par la soude mettent en liberté une huile qui n'est autre que de l'aniline bouillant jusqu'à la dernière goutte à 182 degrés et dont la pureté a été constatée par un grand nombre de réactions.

» La réaction principale est donc la suivante :

$$C^6H^5CH^3HAz + 2HCl = C^6H^7AzHCl + CH^3Cl;$$

elle est inverse de celle qui a donné naissance à la méthylaniline et trouve son explication dans les conditions spéciales de l'expérience.

» L'aniline, ainsi régénérée de la méthylaniline, ne contient pas de toluidine; mais, pour affirmer que la méthylaniline dont on est parti ne renferme pas de méthyltoluidine, il reste à démontrer que, soumise au même traitement, cette base

$$Az\left\{\begin{matrix} C^6H^4CH^3 \\ CH^3 \\ H \end{matrix}\right.$$

ne perd que le groupe méthyle fixé à l'azote pour régénérer la toluidine, suivant l'équation

$$Az\left\{\begin{matrix} C^6H^4CH^3 \\ CH^3 \\ H \end{matrix}\right. + HCl = Az\left\{\begin{matrix} C^6H^4CH^3 \\ H \\ H \end{matrix}\right. + CH^3Cl,$$

et qu'elle ne peut être transformée en aniline. C'est ce qu'a démontré l'expérience : la méthyltoluidine, chauffée dans un courant de gaz chlorhy-

drique, donne du chlorure de méthyle et de la toluidine, sans traces d'aniline. Ces expériences prouvent donc que la méthylaniline employée pour la fabrication du violet de Paris ne renferme ni toluidine, ni méthyltoluidine, et que, contrairement à l'opinion de M. Hofmann, la production de cette matière colorante n'exige pas l'intervention simultanée de méthylaniline et de méthyltoluidine.

» L'action exercée par l'acide chlorhydrique sur ces amines secondaires, dérivées de l'aniline et de la toluidine, montre que le groupe phényle C^6H^5 et ses homologues sont beaucoup plus intimement unis à l'azote que les groupes alcooliques de la série grasse; l'acide chlorhydrique en effet enlève le méthyle à la méthylaniline, sans pouvoir en détacher le phényle, de manière à revenir à l'ammoniaque. Si au contraire il n'y a de fixé à l'azote que des groupes alcooliques de la série grasse, simples comme le méthyle CH^3, ou substitués comme le benzyle $CH^2C^6H^5$, on peut les enlever entièrement à l'azote et reformer de l'ammoniaque. M. Limpricht a déjà constaté que la tribenzylamine se transforme sous l'influence de l'acide chlorhydrique en di- et en monobenzylamine; en poursuivant l'action, j'ai pu enlever les trois groupes benzyle et reformer du chlorhydrate d'ammoniaque, suivant l'équation

$$\underbrace{Az\left\{\begin{matrix}CH^2C^6H^5\\CH^2C^6H^5\\CH^2C^6H^5\end{matrix}\right.}_{\text{Tribenzylamine.}} + 4HCl = 3\underbrace{(C^6H^5CH^2Cl)}_{\text{Chlorure de benzyle.}} + \underbrace{AzH^4Cl}_{\text{Sel ammoniac.}}$$

La toluidine n'étant pas attaquée par le gaz chlorhydrique et renfermant le groupe crésyle $C^7H^7 = C^6H^4CH^3$, isomère du benzyle $C^6H^5CH^2$, cette expérience prouve, une fois de plus, la solidité relative, pour ainsi dire, des combinaisons phénylées.

» L'action de l'acide chlorhydrique sur les bases me paraît être d'une application générale, car elle permettra d'y reconnaître la présence des groupes alcooliques de la série grasse simple ou substituée, et de déterminer la nature de quelques isoméries; c'est ainsi que la base $(C^7H^7)^3Az$ obtenue par M. Cannizzaro, en traitant la toluidine par le chlorure de benzyle, fournit de la toluidine et du chlorure de benzyle, tandis que son isomère la tribenzylamine, donne du sel ammoniac, ainsi que je l'ai trouvé. De même, ce procédé pourra être utilisé pour distinguer l'une de l'autre des bases isomériques, comme la triméthylamine et la propylamine, alors qu'on n'en aura que de petites quantités; car 60 centigrammes de trimé-

thylamine, par exemple, donneront 1 litre environ de chlorure de méthyle.

» Il ne serait pas sans intérêt de répéter ces expériences sur les alcaloïdes naturels, dont la constitution pourra peut-être ainsi être élucidée; déjà MM. Matthiessen, Wright et Foster ont étudié l'action de l'acide chlorhydrique sur la codéine et la narcotine, et ont constaté dans ces bases la présence du méthyle; il est probable que l'action serait plus complète si l'on opérait dans un courant de gaz, comme dans les expériences que je viens de relater. »

PHYSIQUE. — *Modification du saccharimètre optique.* Note de M. PRAZMOWSKI, présentée par M. Jamin.

« Le saccharimètre de Soleil, si bien conçu par son ingénieux auteur, avec sa plaque à deux rotations, son compensateur et son reproducteur de la teinte sensible, ne paraissait rien laisser à désirer. Pourtant on sait que la précision de ses indications dépend de l'exacte appréciation de l'uniformité de teinte des deux moitiés du champ, et que, si certains observateurs peuvent apprécier les plus légères différences de teintes, il en est un plus grand nombre qui ne parviennent souvent qu'à des approximations assez grossières. Il faut sans doute attribuer cette difficulté à un daltonisme partiel, qui rend l'œil impropre à différencier les nuances d'une même couleur. Il ressort de ces considérations qu'un saccharimètre qui n'exigerait pas une telle perfection des organes visuels rendrait de très-grands services; il en serait ainsi, par exemple, s'il s'agissait simplement de saisir une différence assez faible entre deux intensités lumineuses.

» M. Frellett a donc réalisé un très-grand progrès en substituant au polariseur de Soleil un rhomboèdre de spath, scié suivant sa section principale, dont les deux moitiés sont ensuite rapprochées et collées après suppression sur chacune d'elles d'un prisme dont l'angle est d'environ 2 degrés. Dans cette combinaison, les directions des sections principales sont inclinées l'une sur l'autre d'à peu près 4 degrés. Un parallélépipède ainsi constitué, employé comme polariseur, fournit un champ dont les deux moitiés passent alternativement par l'obscurité pour deux positions de l'analyseur comprenant entre elles un angle égal à celui des sections principales du rhomboèdre.

» M. Cornu a proposé de substituer au rhomboèdre de spath un prisme de Nicol, taillé de la même manière; avec cette disposition, le champ n'est

éclairé que par le rayon extraordinaire, ce qui supprime les reflets toujours difficiles à éviter, même avec des diaphragmes bien disposés. Mais la construction du polariseur de M. Cornu est très-délicate, en raison de la double section qu'il est nécessaire d'exécuter dans le rhomboèdre de spath pour constituer d'abord le Nicol, et pour obtenir ensuite l'inclinaison des sections principales l'une sur l'autre.

» J'ai pensé arriver bien plus simplement aux mêmes résultats, en associant à un analyseur quelconque (prisme de Nicol ou réfringent) une lame épaisse de spath taillée parallèlement à son axe, sciée par le milieu suivant l'axe, et dont les deux moitiés sont ensuite recollées, après qu'un petit angle de 2 degrés environ a été enlevé sur chacune d'elles. Ce nouveau polariseur se compose donc d'un prisme de Nicol ou biréfringent, et de cette biplaque de spath dont je place la face de séparation dans la section principale du prisme.

» Il semble que le saccharimètre doive maintenant se trouver réduit à une simplicité extrême. Malheureusement la dispersion rotatoire du sucre nécessite l'emploi de la lumière monochromatique, car sans cela les deux moitiés du champ d'observation sont différemment colorées.

» J'ai fait plusieurs tentatives pour obtenir une lumière parfaitement monochromatique suffisamment intense, mais je n'y suis pas parvenu, et de plus j'ai reconnu que la sensibilité de mon polariseur rendait un succès complet à peu près impossible. En effet, analysant avec un prisme très-dispersif une flamme obscure de gaz entièrement brûlé et rendue éclairante par un sel de soude, j'ai pu constater que, si l'intensité des rayons jaunes était suffisante pour les observations, ces rayons se trouvaient accompagnés d'une très-forte proportion de rayons bleus qui nuisent considérablement à l'exactitude des mesures saccharimétriques, dans la partie la plus importante de l'échelle, c'est-à-dire vers le point 100 degrés. J'ai pu m'assurer ainsi que vers le zéro la sensibilité de l'instrument permet d'observer une rotation de 1 ou 2 minutes imprimée à l'analyseur, mais que cette sensibilité est considérablement diminuée lorsqu'on interpose sur le trajet des rayons lumineux une substance possédant, comme le quartz ou le sucre, un très-grand pouvoir rotatoire.

» J'ai réussi à me rendre indépendant de l'imperfection de l'éclairage en achromatisant la dispersion rotatoire de la colonne sucrée par une épaisseur équivalente de quartz, et j'ai utilisé de nouveau l'ingénieux compensateur de rotation de Soleil. J'ai donc conservé les coins de quartz formant une plaque perpendiculaire à l'axe d'épaisseur variable, et j'ai reconnu

que cette compensation rendait le saccharimètre également parfait dans tous les points de son échelle. De plus, les observations peuvent alors être exécutées indifféremment avec la lumière jaune ou avec la lumière blanche; leur précision n'est aucunement altérée, et c'est un immense avantage.

» Je pense donc que les modifications proposées seront rapidement adoptées par la pratique, et d'autant plus facilement que les anciens saccharimètres pourront être transformés sans difficultés; car il suffit : 1° de substituer la biplaque de spath à la plaque à deux rotations de Soleil; 2° de supprimer le reproducteur de la teinte sensible. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'action de l'oxygène dissous dans l'eau sur les réducteurs;* Note de MM. **P. Schützenberger** et **Ch. Risler**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans une Communication antérieure, nous avons fait ressortir le fait singulier, qu'une solution d'hydrosulfite de soude, titrée au moyen du sulfate de cuivre ammoniacal, décolore l'eau aérée, teintée par du carmin d'indigo, au moment où l'on en a ajouté un volume correspondant non à la totalité, mais à la moitié juste de l'oxygène réellement dissous et accusé par la pompe ou l'ébullition. D'un autre côté, comme le liquide ainsi décoloré à point se recolore en bleu sous l'influence de la *moindre trace* d'oxygène libre, et ne fournit à l'ébullition dans la pompe à mercure qu'un mélange d'azote et d'acide carbonique, sans traces appréciables d'oxygène, sachant en outre que l'hydrosulfite agité avec de l'air absorbe les 21 pour 100 d'oxygène contenus dans ce mélange gazeux, nous étions fondés à admettre que l'eau aérée, additionnée d'hydrosulfite jusqu'à décoloration de l'indigo, ne renferme plus d'oxygène libre et équivaut sous ce rapport à l'eau bouillie. Aussi avions-nous supposé que la différence signalée était due à la nature des produits d'oxydation formés aux dépens de l'hydrosulfite par l'oxygène libre d'une part, et par l'oxygène de l'oxyde cuivrique ammoniacal de l'autre.

» Des recherches directes n'ont pas confirmé cette hypothèse; dans les deux cas l'hydrosulfite est converti en bisulfite, par fixation de 1 atome d'oxygène $S(HO)(NaO) + O = SO(HO)(NaO)$.

» Si à de l'eau aérée on ajoute un excès d'une solution incolore de chlorure cuivreux ammoniacal, le liquide bleuit et, en titrant par l'hydrosulfite la dose d'oxyde cuivrique qui s'est formé, on trouve très-nettement

qu'elle correspond à la moitié de l'oxygène dissous dans l'eau (1). Cette expérience écarte complétement l'hypothèse précédente, puisque nous arrivons à doser l'oxygène dissous qui a agi sur le réducteur, dans les conditions mêmes qui ont servi au titrage.

» Il résulte d'expériences variées, dont nous publierons prochainement les détails, que certains réducteurs, notamment l'hydrosulfite de soude et l'oxyde cuivreux ammoniacal, mis en présence, à froid et en excès, de l'oxygène dissous dans l'eau, déterminent un partage de cet oxygène en deux parties égales, dont l'une se porte sur le réducteur et le fait passer à un degré supérieur d'oxydation (sulfite, oxyde cuivrique), et dont l'autre reste dissimulée dans le liquide. Le stannite de soude, au contraire, enlève la totalité de l'oxygène dissous. Nous n'avons pu démontrer directement, au moyen de l'acide chromique et de l'éther, la formation d'eau oxygénée dans nos expériences, les sulfites produits s'opposant à la réaction caractéristique; mais nous avons tout lieu de croire, par suite de réactions indirectes, que la moitié de l'oxygène dissimulé et n'agissant pas sur le réducteur s'est portée sur l'eau. Ces résultats confirment quantitativement, d'une manière nette et remarquable, les expériences de Schœnbein sur la production d'eau oxygénée dans les phénomènes de réduction. L'oxygène ainsi dissimulé peut être remis en évidence et même dosé d'une foule de manières. Ainsi de l'eau aérée et fortement colorée par du carmin d'indigo, étant décolorée exactement par de l'hydrosulfite, reprend assez rapidement une teinte bleu foncé, si on la chauffe vers 40 degrés. Cet effet se produit même à froid, mais beaucoup plus lentement. Si l'on décolore une seconde fois, le même phénomène se reproduit et peut être renouvelé jusqu'au moment où l'on aura ajouté un volume d'hydrosulfite égal à celui qui était nécessaire pour décolorer à froid le même volume d'eau aérée. Une solution très-étendue d'eau oxygénée produit des phénomènes analogues.

» Cette observation nous a conduits à modifier avantageusement le procédé de titrage, de manière à obtenir la totalité de l'oxygène dissous. On introduit dans l'appareil à titrage, décrit précédemment, 250 centimètres cubes d'eau tiède (50 à 60 degrés), 100 centimètres cubes d'une solution titrée de carmin d'indigo, valant $0^{cc},03$, par exemple, d'oxygène par centimètre cube; on décolore, sans retour au bleu, par l'hydrosulfite, puis on laisse arriver 100 centimètres cubes d'eau aérée. On voit

(1) Toutes nos expériences ont été faites dans des atmosphères d'hydrogène *pur*.

le liquide bleuir plus ou moins fortement suivant la dose d'oxygène; on attend une ou deux minutes, puis on décolore une seconde fois, en notant le volume d'hydrosulfite employé qui donne directement la totalité de l'oxygène. Pour le dosage de l'oxygène du sang, on opère de même, en ajoutant au début 50 centimètres cubes d'eau de kaolin à 10 pour 100.

» Dans nos premières expériences sur le dosage de l'oxygène dans le sang, nous étendions le liquide de 100 fois son volume d'eau de fontaine désoxygénée à l'hydrosulfite, et nous avions trouvé un excès très-notable d'oxygène comparé à celui que donne la pompe. Ne pouvant supposer, d'après ce qui a été dit plus haut, qu'un réducteur aussi puissant que l'hydrosulfite laisse, sans se l'approprier, la moitié de l'oxygène dissous dans l'eau, nous avions naturellement attribué cet excès au sang. En face de la stabilité si inattendue de l'eau oxygénée en présence d'un réducteur énergique, et sachant par les faits acquis que le sang décompose l'eau oxygénée, nous avons dû reprendre ces expériences. Il résulte de nos travaux que l'excès d'oxygène trouvé d'abord doit être partiellement mis au compte de l'eau oxygénée, formée sous l'influence de l'hydrosulfite. En opérant comme il est dit plus haut, avec de l'eau bouillie, ou avec de l'eau complétement désoxygénée, on trouve que le sang de bœuf saturé d'oxygène renferme de 24 à 28 pour 100 d'oxygène, soit 5 à 9 pour 100 de plus que n'en accuse la pompe. »

BOTANIQUE. — *Nouvelle classification des Algues d'eau douce du genre* Batrachospermum; *développement; générations alternantes;* Note de M. SIRODOT.

« Les Algues d'eau douce qui sont réunies dans le genre *Batrachospermum* ont depuis longtemps fixé l'attention des algologues. Les espèces assez nombreuses admises dans le *Species Algarum* de M. Kutzing, qui a été publié en 1849, sont réduites à deux dans une publication plus récente de M. Rabenhorst (*Flora europæa Algarum aquæ dulcis et submarinæ*), dont le dernier fascicule, comprenant le genre *Batrachospermum*, parut en 1868. M. Rabenhorst, voulant justifier sans doute cette réduction des espèces, considère ces Algues comme essentiellement polymorphes.

« Nulla species, *dit-il après l'énumération des caractères du B. moniliforme*, satius et » evidentius quam hæcce ostendit quomodo formæ innumeræ in unam typicam confluunt, » nullo modo limitandæ sunt, quare paucas insignes tantum enumerabo. »

» Il était intéressant de chercher si ce polymorphisme n'est pas plus apparent que réel, et, dans l'un ou l'autre cas, d'en préciser les limites.

» Les Batrachospermes sont des Algues rameuses dont tous les axes présentent des verticilles de ramuscules fasciculés, donnant à toute la ramification un aspect moniliforme. Chaque axe n'est d'abord constitué que par une série unique de cellules, primitivement discoidales, finalement cylindriques, de longueur variable d'une forme à l'autre. C'est au sommet de chacune de ces cellules que se développe un verticille de ramuscules fasciculés sur quatre, cinq ou six cellules basilaires.

» Dans chaque verticille, sur la face inférieure de chacune des cellules basilaires des faisceaux de ramuscules, se développent, de haut en bas, des filaments articulés, étroitement appliqués contre l'axe primitif, qu'ils entourent d'une enveloppe continue. Ces filaments descendants se multiplient, se recouvrent, forment une enveloppe corticale, parfois fort épaisse, autour de l'axe primitif. De là résulte, pour la tige principale et les rameaux de divers ordres, une structure polysiphoniée.

» Les filaments corticaux émettent fréquemment, surtout dans la moitié inférieure de la ramification, des ramuscules semblables à ceux qui entrent dans la composition d'un verticille, et dirigés perpendiculairement à l'axe; ils ont reçu le nom de *ramuscules accessoires*. Ces ramuscules accessoires sont-ils nuls ou rares, les verticilles sont distincts; mais, s'ils couvrent tout l'espace compris entre deux verticilles, alors ces verticilles s'effacent, la tige principale et les rameaux deviennent continus et cylindriques. Cet effacement des verticilles a été considéré comme un des caractères les plus marqués du *B. vagum* (Rhot), *B. turfosum* (Bory). Cette continuité n'est pas moins accusée chez d'autres types qui constituent des espèces parfaitement distinctes.

» Les Batrachospermes se reproduisent par des spores issues du concours d'organes sexuels (mâle et femelle). C'est à M. Solms-Laubach que revient l'honneur de leur découverte; ses observations ont été vérifiées par MM. Bornet et Thuret. C'est sur la forme et la position de l'organe femelle de la fécondation (*trichogyne*) et sur la disposition des organes mâles (*anthéridies*) que repose essentiellement ma nouvelle délimitation des espèces.

» Les organes de la fécondation apparaissent normalement dans la ramification fasciculée des verticilles, exceptionnellement sur les ramuscules accessoires, lorsqu'ils sont nombreux. L'organe femelle est primitivement une longue cellule, offrant à la base un étranglement qui la divise en deux

parties inégales : l'une inférieure, la plus petite, de forme constante; l'autre supérieure, plus grande, de forme variable. Dans tout un groupe, l'étranglement est assez étendu pour donner à la partie supérieure une disposition pédicellée sur l'inférieure; alors l'organe femelle offre une analogie frappante avec un *pistil* dont l'ovaire aurait des dimensions fort réduites si on les compare à celles du stigmate. Mais ici la région ovarienne, au lieu de renfermer des ovules, bourgeonne et produit des faisceaux de *ramuscules corymbiformes* aux sommets desquels les spores sont *terminales;* la *région stigmatique* est le *trichogyne* de MM. Thuret et Bornet; cependant la forme de cet organe s'éloigne singulièrement de la disposition longuement et étroitement capillaire qu'on observe chez les Floridées.

» Si, dans les Phanérogames, des différences accentuées dans la forme du stigmate sont généralement considérées comme d'excellents caractères génériques, il me sera permis de fonder, sur des différences analogues du trichogyne, la division du genre en *quatre sections.*

» Dans la première, qui comprend le plus grand nombre des variétés admises par M. Kützing (*loc. cit.*) et M. Rabenhorst (*loc. cit.*) dans le *Batrachospermum moniliforme*, le trichogyne, renflé d'une façon sensiblement irrégulière de la base au sommet, acquiert son plus grand diamètre aux trois quarts environ de sa hauteur; il est alors *claviforme;* mais si, dans cet état, il n'est pas fécondé, la partie supérieure, plus étroite, s'allonge en restant cylindrique, et il devient *lagéniforme.* Entre ces deux formes extrêmes, tous les intermédiaires peuvent s'observer.

» La seconde section a pour type le *Batrachospermum vagum* (Roth), mais ne groupe qu'une partie des variétés admises par M. Rabenhorst. Le trichogyne est allongé, *très-régulièrement tronconique,* avec la grande base terminale remplacée par une demi-sphère.

» Dans la troisième section, sont comprises ces formes extrêmement muqueuses qui avaient frappé l'attention de Bory de Saint-Vincent, et qu'il avait réunies en une espèce, sous le nom de *Batrachospermum helminthosum.* Ici le trichogyne n'est séparé de la portion basilaire de l'organe femelle que par un étroit resserrement; sa forme est *ovoïde*, avec le *gros* bout inférieur. Cette disposition de l'organe femelle sépare ce groupe des variétés du *Batrachospermum moniliforme*, parmi lesquelles il a été compris.

» Enfin la quatrième section se compose de Batrachospermes de petites dimensions, de couleur verte, chez lesquels le trichogyne *cylindrique* est séparé de la partie inférieure de l'organe femelle par un assez long étranglement, qui lui donne une disposition *pédicellée.* Les espèces parfaitement

distinctes de ce groupe sont encore considérées comme des variations du *Batrachospermum moniliforme*.

» Les limites de ces quatre sections ont une netteté qui exclut toute hésitation pour y rapporter les échantillons recueillis; j'ajouterai même qu'aujourd'hui, pour ce premier classement, l'observation microscopique du trichogyne ne m'est plus nécessaire : l'examen de caractères visibles à l'œil nu ou aidé de la loupe suffit amplement.

» Pour faire entrer ces quatre sections dans le vocabulaire de la Botanique, je propose les dénominations suivantes : *Moniliformia*, pour la première; *Turfosa*, pour la seconde; *Helminthosa*, pour la troisième; et *Virescentia*, pour la quatrième.

» La plus riche en espèces est la première, celle des *Moniliformia;* leur détermination serait assez laborieuse si je ne faisais ressortir l'importance de caractères mal appréciés jusqu'à ce jour et qui permettent de subdiviser la section.

» Les verticilles sont tantôt très-apparents, tantôt à peine distincts, même à la loupe. Dans ce dernier cas, les ramuscules fasciculés constituant les verticilles sont réduits à quatre ou cinq courtes cellules; la ramification devient tout à fait capillaire et il en résulte une subdivision bien caractérisée, comprenant le *B. tenuissimum* (Bory) et le *B. Dilleni* (Bory).

» Les verticilles sont-ils très-apparents, leur forme peut être globuleuse ou discoïde. Avec la forme discoïde, les verticilles sont très-rapprochés et la base de la ramification est continue par multiplication des ramuscules accessoires; je réunis en une espèce unique les formes qui se rapportent à ce type. Dans les espèces à verticilles globuleux, la couche corticale enveloppant les axes prend une épaisseur et une consistance variables, dont voici la conséquence. Lorsqu'elle n'est formée que par une ou deux couches de filaments descendants, les ramuscules accessoires sont rares et les verticilles toujours distincts sur toute l'étendue de la ramification; de plus cette ramification, sans consistance, se détruit rapidement : à la fin de la période de végétation, il n'en reste plus de traces. A cette subdivision appartiennent les *vrais moniliformes;* mais, si la couche corticale est épaisse, les ramuscules accessoires sont tellement nombreux que la position primitive des verticilles devient difficile à constater; les axes primaires et secondaires acquièrent une structure cornée, persistent après la chute des parties supérieures de la ramification, et, l'année suivante, se couvrent de jeunes rameaux. Je caractérise ce type par l'expression de *prolifère*.

» Quinze espèces environ seront distribuées dans ces divisions et subdi-

visions du genre. Les caractères spécifiques reposent essentiellement sur la position des *anthéridies* et des *glomérules sporifères*.

» Je résume dans un tableau dichotomique les principes de la classification précédente.

		SECTIONS.			SOUS-SECTIONS.		
TRICHOGYNE	claviforme ou lagéniforme	*Moniliformia.* Verticilles	très-apparents, de forme	globaleuse, axes primaires de la ramification	caduques.	*Eumoniliformia.*	3 ou 4 esp. monoïques.
					persistants.	*M. prolifera*...	1 esp. monoïque.
				discoïde........................		*M. discoïdea*..	1 esp. monoïque.
			presque invisibles........................			*M. capillacea*.	2 esp. dioïques.
	régulièrement tronconique	*Turfosa*..					2 esp. monoïques.
	ovoïde ou ellipsoïdal	*Helminthosa*..					3 esp. 1 monoïque, 1 dioïque, 1 polygame.
	cylindrique et pédicellé	*Virescentia*..					3 esp. 2 dioïques, 1 monoïque; une 4e dout^{se}.

» Dans ce genre, l'étude du développement est des plus intéressantes; elle fait connaître un exemple fort remarquable de générations alternantes, que j'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les gelées printanières et les gelées hivernales;* Note de M. MARTHA-BEKER.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie quelques observations sur les gelées printanières, à l'occasion de celle qui vient de sévir sur la France les 26 et 27 avril dernier.

» Il y a deux causes de gelées printanières : l'une, la plus ordinaire, appelée *gelée blanche*, est due au rayonnement vers les espaces célestes; l'autre, plus rare, est amenée par des courants polaires. La première, la gelée blanche, provient de la congélation de la rosée. On sait que la rosée n'est autre chose que l'humidité atmosphérique qui se condense et se dépose sur les végétaux, par les nuits fraîches et sereines, et que cette condensation se fait aux dépens du calorique des plantes, qui se refroidissent par l'effet du rayonnement vers un ciel pur et froid. Si le thermomètre continue à descendre de zéro à deux degrés plus bas, la rosée se congèle, et les bourgeons rudimentaires, encore si tendres aux premiers jours de printemps, sont plus ou moins altérés. Un nuage, de la fumée, le moindre abri suffisent pour empêcher ou diminuer le rayonnement. Les chaleurs précoces doivent faire redouter la gelée, en activant trop la végétation et

en amenant des orages qui, à cette époque de l'année, peuvent refroidir assez l'atmosphère pour attirer un désastre sur les récoltes. Les gelées blanches sévissent spécialement sur les plaines horizontales et basses, parce que celles-ci offrent toute leur surface directement au ciel, tandis que les coteaux ne présentent que la projection de cette surface, projection réduite en raison de la pente. De plus, les plaines basses étant en général plus humide que les coteaux, il s'y joint un effet plus grand de vaporisation qui augmente l'intensité du refroidissement.

» Il n'en est pas de même de la seconde espèce de gelées, celle qui frappe les hauteurs comme les plaines, et même davantage; il s'agit ici de courants polaires, provoqués par des courants équatoriaux trop actifs. Ces derniers, lorsqu'ils ont régné longtemps avec une intensité anomale, hors de proportion avec la saison, c'est-à-dire avec la hauteur du Soleil, dilatent considérablement les couches d'air de nos climats tempérés. L'équilibre se rompt lorsque cette force d'expansion s'affaiblit et devient moindre que la tension atmosphérique des latitudes élevées. L'air froid et dense des régions boréales se précipite alors, comme une masse d'eau dont la digue est rompue, au sein de notre atmosphère dilatée, et tout est saisi par un froid pénétrant, de 3 à 4 degrés au-dessous de zéro, qui atteint vignes, noyers, arbres fruitiers, légumes, seigles, toutes les plantes précoces en un mot. Comme ce courant polaire court à travers notre atmosphère, à l'instar d'un fleuve démesurément grossi, il glace les flancs des coteaux plus rudement encore que les sols bas, par-dessus lesquels il passe parfois sans y laisser de traces fâcheuses. C'est un courant polaire de ce genre qui vient de ravager la France, à la suite d'un hiver humide, attiédi par un courant équatorial.

» Nous ajouterons une observation relative à la température des hivers, dont la rigueur ou la douceur nous paraissent dépendre uniquement d'une question de sécheresse ou d'humidité de l'air, lequel peut être très-sec même à l'état brumeux. D'une part, il y a un fait de rayonnement, d'autant plus prononcé que le ciel est plus pur, plus dégagé, et qui peut être atténué par l'interposition de nuages; ce qui explique pourquoi, le même jour, à des distances peu considérables, le thermomètre accuse souvent des différences de froid de plus de 10 degrés. D'autre part, l'atmosphère absorbant d'autant plus de chaleur solaire qu'elle est plus humide, il est naturel que les hivers très-froids coïncident avec une extrême sécheresse de l'air, comme on l'a vu en 1870 et 1871. Ainsi, plus l'air est sec et pur, moins il absorbe de chaleur solaire et plus il se refroidit par rayonnement. Dans

ces circonstances, l'hiver est nécessairement rigoureux, et les dernières vapeurs d'eau en suspension se précipitent en flocons de neige, au début de chaque recrudescence de froid. C'est le manteau protecteur que la Providence a étendu au moment opportun sur la terre. »

M. **Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part de M. le comte *Paul de Saint-Robert,* du second volume de ses « Mémoires scientifiques », qui se rapporte, comme le premier, aux questions mathématiques relatives à l'Artillerie, et particulièrement à la Balistique.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

M. le **Président**, au nom de la Commission chargée de présenter une liste de candidats à une place d'Académicien libre, laissée vacante par la démission de M. le comte *Jaubert,* donne lecture de la liste suivante, qui a été arrêtée par la Commission :

En première ligne. . . . . M. de la Gournerie.
En deuxième ligne. . . . . M. Bréguet.
En troisième ligne. . . . . M. Jacquin.
En quatrième ligne. . . . . . . M. du Moncel.
En cinquième ligne. . . . . . . M. Sédillot.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 5 mai 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Géodésie d'Éthiopie ou triangulation d'une partie de la haute Éthiopie, exécutée selon des méthodes nouvelles; par Ant. d'Abbadie, vérifiée et rédigée

par A. RADAU; dernier fascicule. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°, avec planches.

Études sur les mœurs, le développement et les métamorphoses d'un petit poisson chinois du genre Macropode (Macropodus Paradisi, Nobis); *par* N. JOLY. Montpellier, typ. Boehm et fils, 1873; br. in-8°.

Études sur les métamorphoses des Axolotls du Mexique (Siredon mexicanus, Shaw.). *Développement et rotation de leur embryon dans l'œuf; par* N. JOLY. Montpellier, typ. Boehm et fils, 1872; br in-8°.

Études sur le prétendu crustacé au sujet duquel Latreille a créé le genre Prosopistoma, *et qui n'est autre chose qu'un véritable insecte hexapode; par* N. JOLY *et* E. JOLY. Sans lieu ni date; br. in-8°, avec une planche.

Statistique des volumes des équivalents chimiques et d'autres données relatives à leurs propriétés physiques, suivie d'un Mémoire sur quelques questions moléculaires; par G. WEST. Paris, G. Masson, 1873; in-4°.

De Venise à Constantinople à travers la Grèce, et retour par Malte, Messine, Pizzo et Naples; par le V[te] Th. DU MONCEL. Paris, Delarue, Hocdé, Gide, sans date; album gr. in-f° oblong.

Le manoir de Tourlaville; par Th. DU MONCEL. Paris, Gihaut frères, sans date; album grand in-folio.

Étude du dessin de paysage d'après nature; par Th. DU MONCEL. Paris, Savary, Gide; album in-4° oblong.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans; t. XV, n[os] 1 et 2, 1873, 1[er] et 2[e] trimestres. Orléans, imp. Puget et C[ie]; br. in-8°.

Ricerche sperimentali sulla solfatara di Pozzuoli; per S. DE LUCCA. Napoli, stamp. della R. Università, 1872; in-4°.

E. DIAMILLA-MULLER. *Letture scientifiche per il popolo italiano;* Lettura IV : *Il polo artico.* Milano, Dumolard; Parigi, Gauthier-Villars, 1873; in-12.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti dal novembre 1872 *all' ottobre* 1873; t. II, serie IV, disp. seconda, terza e quarta. Venezia, tip. Grimaldo, 1872-1873; 2 br. in-8°.

Experiments on the oxidation of Iron, with appendices, etc.; by F. CRACE-CALVERT. Manchester, J. Wilkinson, 1872; in-8°.

On protoplasmic Life and the action of heat and antiseptic upon it; by D[r] F. CRACE-CALVERT. Manchester, W.-H. Clegg, 1873; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 12 mai 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

La Seine. Études hydrologiques, régime de la pluie, des sources, des eaux courantes. Applications à l'agriculture; par M. BELGRAND. Paris, Dunod, 1872; 1 vol. grand in-8°, avec atlas in-4°.

Histoire naturelle des Coléoptères de France; par M. E. MULSANT; *Pectinipèdes, Altisides, Mollipennes, Longicornes.* Paris, Maison et Magnin Blanchard, 1856 à 1863; 4 vol. in-8° et grand in-8°.

Histoire naturelle des Coléoptères de France; par E. MULSANT *et* C. REY; *Angusticolles, Diversipalpes, Térédiles, Fossipèdes, Brévicolles, Colligères, Scuticolles, Vésiculifères, Floricoles, Gibbicolles, Piluliformes, Brévipennes, Aléochariens, Lamellicornes, Pectinicornes.* Paris, Magnin et Blanchard, Savy et Deyrolle, 1863 à 1871; 11 vol. in-8° et grand in-8°.

Monographie des Coccinellides; par E. MULSANT; 1re partie : *Coccinelliens.* Paris, F. Savy et Deyrolle, 1866; 1 vol. in-8°.

Histoire naturelle des Punaises de France; par E. MULSANT *et* C. REY. Paris, Savy et Deyrolle, 1865-1870; 3 vol. in-8°.

Souvenirs du Mont-Pilat et de ses environs; par E. MULSANT; t. I. Lyon, imp. Pitrat, 1870; 1 vol. in-12.

PAUL DE SAINT-ROBERT. *Mémoires scientifiques réunis et mis en ordre,* t. II : *Artillerie.* Turin, Vincent Bona, 1873; 1 vol in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques. Compte rendu de la cinquième session à Bologne, 1871. Bologne, imp. Fava et Garagnani, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

MATHEY. *Nouvelle invention;* br. in-8° oblong.

Traité de Mécanique générale, comprenant les Leçons professées à l'École Polytechnique; par H. RESAL; t. Ier. Paris, Gauthier-Villars, 1873; 1 vol. in-8°.

Étude physiologique sur les effets toxiques de l'inée, poison des Pahouins (Gabon); par POLAILLON *et* CARVILLE. Paris, G. Masson, 1873; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

Des complications cardiaques du croup et de la diphthérie, et en particulier

de l'endocardite secondaire diphthérique; par le Dr F. LABADIE-LAGRAVE. Paris, F. Savy, 1873; in-8°.

Manuel de Toxicologie; par DRAGENDORFF, traduit avec de nombreuses additions et augmenté d'un Précis des autres questions de Chimie légale par E. RITTER. Paris, F. Savy, 1873; 1 vol. in-8°.

Iconographie photographique des centres nerveux; par J. LUYS; 4e et dernière liv. Paris, J.-B. Baillière, 1873; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Ch. Robin pour le Concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1873.)

Le galéga, nouveau fourrage, sa culture, son usage et son profit; par GILLET-DAMITTE. Paris, Goin et Blériot, 1869; br. in-18.

Allaitement maternel. De la mortalité des nouveau-nés et du sirop de galéga; inventé par M. GILLET-DAMITTE, *préparé par* M. CHEVRIER. Paris, pharmacie Chevrier, sans date; opuscule in-18.

Nouvelles Annales de la Société d'Horticulture de la Gironde; année 1873, n° 1. Bordeaux, 1873; br. in-8°.

Les Merveilles de l'Industrie; par L. FIGUIER; 6e série : *le Savon*. Paris, Furne et Cie, 1873; grand in-8°, illustré.

Du corps des pharmaciens militaires, etc.; par le Dr C. ROUCHER. Paris, J.-B. Baillière, 1873; br. in-8°.

(*La suite du Bulletin au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 5 mai 1873.)

Page 1141, ligne 6, en remontant, *au lieu de* M. QUINQUAND, *lisez* M. QUINQUAUD.

» ligne 3, en remontant, *au lieu de* un Cyprin doré de 33 grammes respire 1cc,48 en une demi-heure, 0cc,72 en un quart d'heure et 19 centimètres cubes en une demi-heure, *lisez* un Cyprin doré de 33 grammes respire 1cc,48 en un demi-heure, 0cc,72 en un quart d'heure; une Tanche (*Cyprinus tinca*) de 736 grammes absorbe 10 centimètres cubes en un quart d'heure, et 19 centimètres cubes en une demi-heure.

Page 1142, ligne 4, *au lieu de* diminue avec le poids, *lisez* diminue avec l'augmentation de poids.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Avril 1873.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres du jardin. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Thermomètres de la terrasse (1). Minima.	Maxima.	Moyennes.	Excès sur la moyenne normale de chaque jour.	Température moyenne du sol à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	à 1m,00.	Thermomètres conjugués dans le vide (T − t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
1	754,7	7,8	16,1	11,9	8,1	15,3	11,7	3,5	11,9	11,6	11,3	8,9	6,1	7,62	79	»	13,5
2	760,5	5,9	17,6	11,7	6,0	17,6	11,8	3,0	11,2	11,0	11,1	9,2	7,3	7,40	79	»	4,0
3	763,2	4,9	13,6	9,2	4,8	13,3	9,0	0,3	11,6	10,9	11,0	9,3	7,8	6,27	68	»	6,0
4	760,8	7,6	15,6	11,6	7,6	14,7	11,1	2,0	11,9	11,3	11,2	9,5	4,9	7,22	76	»	4,5
5	752,1	9,1	11,4	10,2	9,1	11,3	10,2	0,9	10,1	10,9	11,1	9,6	2,1	7,54	87	»	12,0
6	745,7	2,8	10,7	6,7	3,1	10,3	6,7	-3,3	8,5	9,2	10,2	9,7	3,2	5,62	82	»	8,0
7	747,6	1,1	7,9	4,5	1,4	7,7	4,5	-5,4	6,8	7,7	9,1	9,6	3,4	5,08	78	»	»
8	755,2	2,7	9,1	5,9	2,6	9,1	5,8	-4,0	6,8	7,3	8,4	9,5	3,7	5,18	79	»	3,5
9	758,3	2,5	9,3	5,9	2,7	9,3	6,0	-3,6	6,7	7,4	8,2	9,3	4,4	5,08	73	»	3,5
10	754,4	2,1	11,1	6,6	2,3	11,3	6,8	-2,6	6,6	7,0	7,9	9,1	5,1	4,16	54	»	2,0
11	752,6	3,1	12,7	7,9	3,2	12,5	7,8	-1,6	7,5	7,5	8,0	8,9	4,0	4,85	68	»	5,0
12	756,5	4,1	7,9	6,0	4,1	7,8	5,9	-3,4	7,2	7,5	8,1	8,8	1,4	5,78	79	»	5,5
13	755,2	5,2	14,3	9,7	5,4	13,9	9,6	-0,1	9,2	8,8	8,7	8,7	6,5	5,94	72	»	3,5
14	751,5	5,4	21,8	13,6	5,8	20,9	13,3	3,5	12,8	10,8	9,8	8,8	9,3	7,36	61	»	3,5
15	748,7	6,9	23,5	15,2	7,7	22,7	15,2	5,5	14,2	12,2	11,2	9,0	7,8	7,27	54	»	4,0
16	744,0	7,9	23,6	16,2	10,4	22,1	16,2	6,4	15,7	13,4	12,3	9,3	7,0	8,47	61	»	2,5
17	743,0	12,0	17,4	14,7	12,5	17,9	15,2	5,4	13,7	13,4	12,9	9,7	1,9	10,05	90	»	20,0
18	747,4	8,9	13,0	10,9	8,9	12,9	10,9	1,3	12,1	12,5	12,5	10,1	2,4	8,77	91	»	16,5
19	751,1	9,3	16,9	13,1	9,2	16,9	13,0	2,8	12,5	12,3	12,4	10,4	6,1	8,17	78	»	9,0
20	753,4	7,4	10,4	8,9	7,6	10,8	9,2	-1,6	10,5	11,0	11,7	10,5	1,4	6,93	80	»	5,5
21	756,0	7,5	14,0	10,7	7,5	13,7	10,6	-0,4	11,1	11,2	11,2	10,5	1,1	7,99	83	»	0,0
22	751,7	7,0	14,4	10,7	7,4	13,0	10,2	-0,9	10,8	11,0	11,4	10,5	6,4	5,84	68	»	0,0
23	750,0	4,6	9,8	7,2	4,3	9,4	6,8	-4,6	8,2	9,4	10,7	10,5	5,7	3,86	60	»	11,0
24	751,6	0,0	9,7	4,8	0,0	8,5	4,2	-7,1	8,0	8,6	9,7	10,4	5,3	4,58	74	»	6,0
25	755,8	-0,1	7,6	3,7	0,0	7,2	3,6	-7,7	7,0	7,8	9,7	10,2	7,9	3,20	61	»	4,0
26	759,3	-2,7	7,8	2,5	-2,0	7,0	2,5	-8,8	6,3	7,1	8,5	10,1	7,5	3,81	68	»	4,5
27	752,5	0,4	9,5	4,9	1,0	9,3	5,1	-6,4	6,6	7,2	8,2	9,8	3,9	4,60	69	»	6,0
28	759,0	0,5	10,5	5,5	0,9	9,6	5,2	-6,0	7,5	7,3	7,9	9,7	4,9	5,17	66	»	14,5
29	756,9	6,6	12,0	9,3	6,7	12,1	9,4	-2,1	8,4	8,4	8,6	9,5	2,6	6,55	84	»	20,0
30	760,4	3,1	15,3	9,2	3,9	14,4	9,1	-2,4	10,9	9,5	9,1	9,4	5,7	7,00	70	»	3,0
																»	»
Moy.	753,7	4,9	13,1	9,0	5,1	12,7	8,9	-1,2	9,7	9,7	10,1	9,6	4,9	6,25	73	»	6,2

(1) Ces thermomètres sont appliqués sur la façade nord de l'Observatoire, sur la terrasse et sous le portique du grand escalier.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Avril 1873.

Dates.	Magnétisme terrestre (1) Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	Pluie. à 0m,30 du sol (2)	à 1m,80 du sol (3)	Évaporation.	Vents. Direction et force.	Nuages.	Nébulosité.	Remarques.
	° ′	° ′		mm	mm					
1	A+33,8	B+41,6	»	»	»	2,2	S faible.	S	0,7	Brume le matin.
2	27,7	42,9	»	»	»	4,4	NNO modéré.	NNO	0,6	Brouillard épais le matin.
3	30,4	42,9	»	»	0,0	3,7	NO moderé.	NNO	0,8	Halo à midi; pluvieux le soir.
4	25,9	43,3	»	»	0,0	3,0	O faible.	ONO	1,0	Lueur aurorale le soir.
5	32,1	44,3	»	»	1,4	1,9	O assez fort.	O	0,9	Pluie.
6	31,9	43,1	»	1,6	2,8	2,8	O modéré.	NO	0,9	Grains.
7	33,4	44,5	»	4,0	2,0	1,8	NO assez fort.	N	0,7	Grains.
8	33,2	43,4	»	1,4	»	3,4	NO modéré.	NO	0,8	Brume le matin.
9	33,2	42,7	»	»	0,9	2,8	E, NE modere.	ENE	0,7	Tonnerre et pluie à 6h soir.
10	32,8	43,9	»	0,9	»	8,6	NE fort.	NE	0,7	Brume. Halo à minuit.
11	32,8	43,7	»	»	»	6,7	N assez fort.	N	0,9	Brume.
12	30,9	43,4	»	»	»	2,9	N modéré.	N	1,0	Brume.
13	31,2	43,4	»	»	»	2,7	ESE faible.	SSE	0,5	Brume le matin; rosée le soir.
14	31,1	42,9	»	»	»	4,8	ESE faible.	ESE	0,4	Rosée le matin.
15	32,0	41,9	»	»	»	5,9	S faible.	SSO	0,5	Brume.
16	30,2	42,2	»	»	»	4,8	S faible.	SSO	0,8	» »
17	31,1	44,4	»	»	25,8	1,0	NO tr.-faible.	NO	1,0	Pluie; lueur aurorale le soir.
18	32,7	43,8	»	29,1	4,8	1,5	ONO moderé.	NO	1,0	Pluie; lueur aurorale le soir.
19	27,6	45,5	»	4,2	0,0	4,4	N assez fort.	N	0,9	Brume, pluvieux le soir.
20	24,4	44,4	»	»	0,0	3,2	N assez fort.	N	1,0	Lueur aurorale le soir.
21	27,4	45,0	»	»	»	1,3	NE faible.	NE	1,0	Brume; lueur aurorale le soir.
22	29,0	45,4	»	»	»	5,5	NNE ass. fort.	NNE	0,6	Brume; lueur aurorale le soir.
23	30,2	43,4	»	»	»	6,7	N fort.	NE	0,5	Brume.
24	29,9	42,8	»	»	»	3,7	NNO modéré	NNO	0,7	Neigeux et pluvieux.
25	31,7	43,2	»	»	»	5,4	NE ass. fort.	N	0,4	Brume le matin.
26	28,1	45,1	»	»	0,2	2,5	N modéré.	N	0,7	Grêle à 4h soir; rosée le soir.
27	29,0	44,6	»	0,2	3,8	2,0	N assez fort.	ONO	0,8	Brume le matin. Pluie.
28	29,8	43,4	»	4,2	0,0	4,2	O modere.	NO	0,9	Brume; lueur aurorale le soir.
29	30,7	41,7	»	0,1	2,8	2,7	NO modéré.	NNO	0,8	Pluie.
30	30,3	41,1	»	3,0	»	4,0	O modere.	NO	0,9	Brume le matin.
Moy.	A+30,5	B+43,5	»	48,7	44,5	110,5			0,77	

(1) La position du zéro des instruments n'a pas encore été déterminée à l'aide des boussoles de déclinaison et d'inclinaison absolues.
(2) Une seule observation par jour à 7 heures. — (3) 7 observations par jour.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Montsouris. — Avril 1873.

Résumé des observations régulières.

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	753,87	754,03	753,71	753,19	753,43	754,03	753,89	753,92 (1)
Pression de l'air sec	754,51	747,79	747,74	747,23	747,39	747,74	747,41	747,67 (1)
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (fixe)	6,72	8,45	11,04	11,95	10,48	8,56	7,02	8,77 (1)
» (fronde)	6,80	8,56	11,21	12,06	10,55	8,54	6,99	8,82 (1)
Thermomètre à alcool incolore	6,54	8,27	10,85	11,77	10,34	8,41	6,89	8,60 (1)
Thermomètre électrique à	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T′	14,55	19,03	26,83	24,64	11,77	»	»	20,57 (2)
Thermomètre noir dans le vide, T	13,49	17,59	24,87	23,00	11,53	»	»	19,25 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, t	9,64	12,51	17,38	17,02	10,51	»	»	14,36 (2)
Excès (T′ — t)	4,91	6,52	9,45	7,62	1,26	»	»	6,21 (2)
Excès (T — t)	3,85	5,08	7,49	5,98	1,02	»	»	4,89 (2)
Températ. du sol à 0m,02 de profondr	7,89	9,36	12,03	12,77	10,88	9,29	8,30	9,74 (1)
» 0m,10 »	8,89	9,11	9,94	10,66	10,69	10,15	9,62	9,70 (1)
» 0m,20 »	9,49	9,41	9,54	9,89	10,18	10,21	9,97	9,76 (1)
» 0m,30 »	9,98	9,86	9,80	9,94	10,16	10,32	10,26	10,06 (1)
» 1m,00 »	9,59	9,60	9,62	9,63	9,62	9,62	9,62	9,61 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	6,36	6,24	5,97	5,96	6,04	6,29	6,48	8,25 (1)
État hygrométrique en centièmes	84,2	73,3	60,2	57,0	62,7	74,4	84,4	73,1 (1)
Pluie en millimètres (à 1m,80 du sol)	1,5	6,1	8,9	2,5	22,9	2,6	0,0	t. 44,5
» (à 0m,10 du sol)					Total du mois			t. 48,7
Évaporation totale en millimètres	13,79	6,26	18,52	25,63	23,24	13,41	9,64	t. 110,5
Pluie moy. par heure (à 1m80 du sol)	0,21	3,05	2,97	0,83	7,63	0,87	0,00 (3)	»
Évaporation moyenne par heure	1,97	3,13	6,17	8,54	7,75	4,47	3,21 (3)	»
Inclinaison magnétique (4) B +	43′,67	43′,46	42′,09	41′,18	41′,57	42′,44	43′,07	42′,76 (1)
Déclinaison magnétique (4) A +	31,49	30,48	19,90	20,36	25,37	28,18	28,82	26,84 (1)

Tempér. moy. des maxima et minima (parc)	9°,0
» » (façade nord du bâtiment, terrasse du grand escalier)	8,9
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie)	12,7

Nota. — Dans l'installation nouvelle de la boussole des variations de déclinaison, les angles sont comptés positivement dans le sens de l'est et négativement dans le sens de l'ouest. Le terme A est donc négatif. Lorsque cette constante aura été déterminée, nous rétablirons les déclinaisons dans leur forme ordinaire et avec leur valeur absolue.

(1) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

(3) Moyennes du mois.

(4) La valeur des constantes A et B sera donnée ultérieurement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 MAI 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Note sur les cyclones solaires, avec une réponse de M.* Respighi *à MM.* Vicaire *et* Secchi; *par* M. FAYE.

« Dans la critique que M. Vicaire a entreprise de ma théorie des cyclones solaires, le savant auteur avait dit : « Comment comparer les dépressions » de quelques millimètres barométriques, que les cyclones produisent » dans notre atmosphère, avec les énormes dénivellations qu'il faudrait » attribuer à l'action des tourbillons solaires? » Je répondais à M. Vicaire par un fait frappant : ces énormes dépressions, qu'il considérait comme inadmissibles, ne sont pas une rêverie; elles existent sur le Soleil, précisément dans l'axe des taches; elles ont été constatées par M. Respighi dans la couche rose des protubérances, juste au-dessus du noyau des grandes taches. Là le niveau de la chromosphère s'abaisse; il semble même parfois que cette couche manque complètement, et j'ajoutais : « comme si elle s'engouffrait dans l'abîme des taches. » Ma théorie est fondée sur un ensemble de faits si imposant, que j'aurais pu négliger l'objection un peu vague de M. Vicaire; mais les observations si précises de M. Respighi ré-

pondaient trop directement à l'argument de mon adversaire, pour que je négligeasse de les citer. M. Vicaire, ébranlé sans doute, s'adressa au P. Secchi : celui-ci lui répondit que le fait était faux; qu'au-dessus du noyau des taches la chromosphère est plus haute que partout ailleurs; que M. Respighi avait été trompé par son instrument; enfin que c'était là une erreur qu'il fallait bannir de la science. Pour moi, je me bornai à répondre qu'avant de rejeter ces observations il fallait attendre la réplique de M. Respighi. Voici cette réplique; elle est tirée d'une lettre que le savant directeur de l'Observatoire de Rome vient de m'adresser, et qu'il me prie de résumer pour l'Académie :

« Je regrette, dit M. Respighi, que M. Vicaire paraisse accepter aveuglément les assertions du P. Secchi relativement à ma lunette. C'est un excellent objectif de Merz, de $4\frac{1}{2}$ pouces de diamètre; il est muni d'un très-bon spectroscope d'Hoffmann, et l'on ne saurait admettre qu'un tel instrument fasse voir la chromosphère tres-basse, justement là où elle serait le plus élevée. Beaucoup d'astronomes et de savants ont observé avec moi, et peuvent rendre témoignage de la bonté de mon instrument. Le R. P. Dr Lais, entre autres, qui s'est servi souvent du réfracteur du P. Secchi et du mien, est d'avis que le mien montre la chromosphère au moins aussi bien que celui du P. Secchi; il lui paraît même que les details de cette couche si accidentée lui deviennent plus aisément saisissables, avec la lunette du P. Secchi, lorsqu'il a pu les étudier d'abord avec la mienne. Mais ne suffit-il pas de rappeler que c'est cet instrument qui m'a permis d'étudier le premier, et de publier bien avant le P. Secchi la plupart des phénomènes dont il a entretenu l'Academie, sans en excepter les caractéres distinctifs des protubérances voisines des taches, sur lesquels il insistait récemment dans les *Comptes rendus*, comme sur autant de découvertes nouvelles (cf. *Accademia dei Nuovi Lincei* et le *Bulletin* du P. Secchi lui-même, nº du 31 décembre 1870)?

» Quant au point précis du debat, je puis dire à MM. Vicaire et Secchi qu'ils se trompent étrangement, en affirmant qu'au-dessus du noyau des taches la chromosphère est constamment plus élevée que partout ailleurs. Le contraire est un fait qui s'est présenté à moi dans le cours de mes observations, fait que je n'ai rattaché à aucune hypothèse, où je n'ai eu à soutenir aucune theorie, que j'ai étudié longuement pour lui-même pendant des journées entières, l'œil au spectroscope, attendant que la tache observée se couchât à l'horizon solaire occidental, ou qu'elle se levât au bord oriental, alors qu'elle m'était annoncée par des signes précurseurs que le P. Secchi croit avoir découverts le premier (1). Que si parfois, et principalement dans les périodes de grande activité, la chromosphère semble plus élevée en ces points, c'est par un simple effet de perspective, c'est que les jets qui partent des facules ambiantes se projettent les uns sur les autres et semblent exhausser le niveau général de la couche rosée. Pour étudier ce phénomène, il ne faut pas choisir les periodes

(1) C'est la multiplicité des raies métalliques, dans la chromosphère et les protubérances, qui m'avertissait de l'arrivée des taches, et si c'est là une découverte, on la trouvera tout au long dans ma Note du 3 avril 1870.

d'activité, mais, au contraire, les temps de calme ou d'activité modérés, ainsi que je l'ai dit à l'*Accademia dei Nuovi Lincei*, dans sa séance du 10 avril 1871. Même aux époques de la plus grande activité, les moments favorables d'apaisement temporaire ne manquent pas pour l'observateur attentif. Alors il est aisé de vérifier que la dépression que j'ai signalée existe en effet ordinairement au-dessus des taches, et qu'il n'est pas rare de voir cette couche presque interrompue au-dessus du noyau. Or il ne s'agit pas ici d'études faites après coup, sur des levés spectroscopiques de la chromosphère, en les comparant à des dessins du bord obtenus par projection. C'est là un procédé qui n'est pas à mon usage; je parle d'après des observations directes, l'œil restant constamment au spectroscope et suivant patiemment le phénomène jusqu'au moment où il se montre en entier. De cette manière, on voit directement la figure de la chromosphère, au-dessus de la tache et des régions environnantes, et, pour être victime des illusions que me prête le P. Secchi, il faudrait véritablement être aveugle.

» J'ai suivi ce phénomène par une autre voie toute différente. Le renversement si rare des raies spectrales sur les noyaux est en effet une preuve nouvelle du peu d'épaisseur de la chromosphère. Si elle était là, non pas plus, mais tout simplement aussi élevée et aussi largement mêlée de jets lumineux que sur les régions voisines, on devrait voir presque constamment les raies renversées. Or ce phénomène est rare sur les noyaux, et, quand il se produit, il tient sans doute à ce que quelque jet ou protubérance intense vient se projeter sur la tache. Peut-être aussi se produit-il alors dans son intérieur des jets ou des éruptions toutes locales, auxquelles j'ai attribué la déformation et la destruction des taches (cf. Note III du 4 décembre 1870). Ce renversement, si rare sur les noyaux et en tout cas purement temporaire et accidentel, s'observe plus souvent sur les pénombres, ce qui prouve que les éruptions ont bien lieu sur les contours et non sur le noyau. Voilà des faits que j'ai constatés par de longues séries d'observations, poursuivies sur de grandes taches pendant toute leur période de visibilité.

» Je me réserve d'ailleurs de réunir et de publier dans leur ensemble mes quatre années de recherches et de dessins sur ce point capital. Quant aux reproches que le P. Secchi adresse à l'instrument dont je me sers, je me crois en droit de rappeler à l'Académie que c'est à ce même instrument que la science est redevable du système d'observations suivies qui a mis au jour tant de phénomènes importants pour l'étude de la constitution physique du Soleil. »

» La réponse de M. Respighi me semble décisive. En premier lieu, l'objection relative à la faiblesse de son instrument, plausible peut-être s'il s'agissait de détails très-délicats, est ici sans valeur; car, comme le dit l'auteur, une excellente lunette, qui montre avec netteté les détails de la chromosphère, ne la fera pas voir très-basse là où elle serait en réalité très-élevée. En second lieu, M. Respighi indique clairement la cause du désaccord. Un observateur qui ne s'est pas attaché comme lui à suivre péniblement le phénomène en question, et qui s'en rapporte à des souvenirs ou à des dessins antérieurs, peut être trompé par un simple effet de perspective, qui mêle sur les bords du Soleil des projections lumineuses

appartenant en réalité à des plans très-différents. Les taches sont entourées de facules, siége habituel des effusions hydrogénées; celles-ci, en se projetant, pour nous, l'une sur l'autre, peuvent produire quelque temps l'effet indiqué par le P. Secchi. Mais M. Respighi, qui a découvert et étudié spécialement le phénomène, l'a suivi jusqu'au bord extrême en saisissant les intermittences de repos qui, lui laissant voir la limite de la couche rose bien dégagée, lui ont permis de constater qu'elle s'abaisse notablement dans la région des taches, juste au-dessus de leur noyau. Des dénégations sans preuves ne sauraient prévaloir contre une étude directe des faits, évidemment exempte de toute prévention, surtout quand cette étude a été longuement poursuivie par le savant à qui nous devons déjà tant de découvertes importantes dans cette voie nouvelle.

» On a pu voir, par les longues discussions auxquelles a donné lieu ma théorie des cyclones solaires, qu'une tache est un phénomène bien plus complexe qu'on ne se l'était figuré jusqu'ici. On ne peut plus désormais se borner à considérer uniquement l'espèce de cavité à parois assombries et à fond noir dont on cherchait naguère l'explication : il y a, autour de la tache, une région de facules brillantes, qui font corps avec elle ou plutôt qui en dépendent immédiatement; de ces facules jaillissent par intermittence des masses d'hydrogène mêlé de vapeurs diverses qui traversent la chromosphère et s'élèvent au-dessus, tandis que, juste au-dessus de la tache, sur le noyau lui-même, la couche rosée se déprime et semble comme absorbée. Évidemment ces facules, ces jets qui en émanent, cette dépression qui répond à l'axe de la tache, la tache elle-même qui se trouve au centre de ces éruptions, et la rotation solaire qui règle leur répartition, forment un ensemble mécanique dont toutes les parties sont solidaires et ne peuvent être expliquées l'une sans l'autre. Là, dans cette dépendance mutuelle des phénomènes si intimement, si visiblement associés, est le nœud même du problème. C'est ce lien que la théorie des cyclones solaires nous a permis de saisir et de mettre en pleine évidence dans ce beau phénomène que j'ai appelé la circulation de l'hydrogène solaire. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur les propriétés mécaniques de différents bronzes;* par M. TRESCA.

« Ayant eu l'occasion de constater, pendant le siége de Paris, des différences appréciables dans les résultats des essais de traction sur des bronzes de canon d'un grand nombre de provenances, il nous a paru utile de dé-

terminer plus à loisir les diverses propriétés de cet alliage, dont la composition normale est de 100 parties de cuivre pour 11 parties d'étain.

» Nous nous proposons, dans cette Note, de faire connaître dans quelle mesure ces propriétés peuvent différer d'un bronze à l'autre.

» Dans le courant de l'année 1872, et pour l'étude des propriétés du bronze préparé avec le phosphore, M. le général Morin s'était procuré, auprès de M. le Ministre de la Guerre, deux barres de bronze de mêmes dimensions, l'une fondue suivant les anciens procédés, l'autre obtenue par la méthode au phosphore.

» Ces deux barres avaient des dimensions suffisantes pour que la coulée en ait pu être faite dans les meilleures conditions. Cependant les taches d'étain y étaient nombreuses, et un grand nombre de bulles se remarquaient sur quelques-unes des surfaces. Nous n'avons fait nos déterminations principales que sur les parties les plus saines de ces barres, détachées de la masse avec une fraise, et rabotées de manière à nous procurer des solides d'une forme exactement géométrique.

» Dans nos chiffres de 1870, déterminés pour la plupart au chemin de fer d'Orléans, les bronzes les plus compactes et les plus homogènes étaient en même temps ceux qui avaient le mieux résisté à la traction, qui y avaient obéi en se prêtant aux allongements les plus considérables, et qui s'étaient fait remarquer pendant le travail par un surcroît de dureté à l'outil.

» Nous fîmes, avec les bronzes de la fonderie de Bourges, de petites tiges d'épreuve, entièrement semblables à celles que nous avions essayées pendant le siége, et nous nous serions contentés de la comparaison des chiffres ainsi obtenus, si une circonstance favorable ne nous avait offert les moyens de rendre la comparaison bien plus décisive encore. MM. Laveissière, qui avaient fabriqué en 1870 plus de cent pièces de canon, se sont décidés à envoyer des pièces semblables à l'exposition de Vienne, et ils nous ont autorisés à faire couper, comme nous l'entendrions, l'une de ces pièces coulées, pour en tirer tels échantillons qui pourraient nous servir le mieux à la détermination de la résistance.

» Nous ne pouvions mieux faire que d'opérer sur des échantillons de dimensions identiques à celles des barres venues de Bourges, et de les soumettre identiquement aux mêmes épreuves.

* M. L'hôte, que l'Académie connaît déjà par quelques travaux, a bien voulu faire l'analyse de ces bronzes, dont la composition est la suivante :

	Bronze ordinaire de Bourges.	Bronze au phosphore de Bourges.	Bronze Laveissière (moy. des 3 analyses).
Cuivre........	89,87	90,60	89,47
Étain..........	9,45	8,82	9,78
Zinc...........	0,31	0,27	0,66
Plomb..........	0,37	0,31	0,09
	100,00	100,00	100,00

» M. Alfred Tresca s'est chargé, sous ma direction, de toutes les expériences de déformation.

» Pour qu'il n'y eût aucune incertitude dans les résultats des comparaisons il était nécessaire de varier les expériences autant que possible et de reconnaître l'influence des divers modes d'essai :

» Les grandes barres de 0,025 × 0m,050, sur une longueur de 1 mètre, ne pouvaient être examinées que par flexion. Deux barres de chaque provenance ont été successivement utilisées à ces essais; on a ainsi obtenu le coefficient d'élasticité, la charge et l'allongement correspondant à la limite d'élasticité pour le bronze de Bourges et pour le bronze phosphoreux. Un autre essai de flexion avait été fait auparavant sur des barres entières, dont les précédentes avaient été extraites ; elles avaient un équarrissage de 0,060 × 0m,100 sur une portée de 2 mètres. Le coefficient d'élasticité ainsi observé est très-peu différent du précédent; c'est d'ailleurs le seul coefficient qui puisse résulter de ces essais spéciaux dans lesquels il importait de n'altérer la matière en aucune façon.

» Les essais de traction ont été plus variés : d'une part on a rompu par action directe deux barres de chaque provenance, à section carrée, de 0m,025 × 0m,025 d'équarrissage et d'une longueur de 1 mètre entre les repères.

» Les allongements entre ces repères ont été mesurés au moyen de cathétomètres avec le plus grand soin. On a ainsi obtenu le coefficient d'élasticité, la charge et l'allongement correspondant à la limite d'élasticité, la charge et l'allongement de rupture. Toutes ces déterminations sont interprétées dans les tableaux des coefficients, mais nous n'avons pas tenu compte du dernier, dans les moyennes, par un motif que nous indiquerons un peu plus loin.

» Des expériences de traction ont également été faites sur des cylindres d'épreuve de 0,012 de diamètre et 0,15 de longueur, enlevés dans des barres carrées de 0m,025. Deux traits parallèles, à 10 centimètres de distance l'un de l'autre, étaient renouvelés avec la même ouverture de compas, au fur et à mesure de l'augmentation des charges, de manière que chaque échantillon portât avec lui la trace de toutes les opérations. Les premiers traits sont à peu près superposés pour les petites charges, mais très-distincts pour les grandes, et c'est seulement pour celles-ci que l'on doit considérer les allongements ainsi mesurés pour réellement probants.

» Nous n'avons compris dans les chiffres définitifs que ceux qui expriment la charge et l'allongement de rupture.

» Quant à la charge de rupture par mètre carré, l'expérience prouve qu'elle est toujours plus grande pour le petit échantillon cylindrique que

pour le gros échantillon à section carrée; nous avons pris pour nombre final la moyenne de ces deux évaluations.

» Quant à l'allongement qui correspond à la rupture, il a été, dans les deux cas, rapporté au mètre de longueur, et, à cet effet, les allongements réellement observés ont dû être décuplés pour toutes mesures déduites de la longueur primitive de $0^m,10$. Cela nous a conduit à des résultats qui doivent être expliqués, et nous profiterons de la circonstance pour montrer combien est illogique cette manière d'évaluer les grands allongements; dès que la limite d'élasticité est dépassée, ils résultent en effet tout à la fois d'un allongement proportionnel, distribué avec une régularité plus ou moins grande sur toute la longueur de la pièce, et d'un allongement purement local correspondant aux sections les plus étirées. En décuplant celui-ci comme celui-là, on donne une notion fausse du phénomène, et il conviendrait de proposer, une fois pour toutes, que les déterminations des allongements de rupture fussent toujours observées sur une pièce d'épreuve ayant les mêmes dimensions, tant en diamètre qu'en longueur.

» Nous venons de montrer l'influence prépondérante de la longueur sur l'appréciation de l'allongement de rupture, rapporté à l'unité de longueur. Il n'y a pas lieu de douter que l'influence de la forme et de la grandeur de la section transversale ne soit aussi à considérer. La charge de rupture par mètre carré, et l'allongement correspondant par mètre, sont manifestement affectés par ces circonstances.

» Ne pouvant prendre une moyenne entre les allongements mesurés sur un mètre de longueur et ceux observés sur une longueur de $0^m,10$, nous ne parlerons que de ces derniers, qui sont seuls comparables aux coefficients des épreuves en usage pour les matériaux employés dans les constructions navales ou le matériel des chemins de fer.

» Toutes les données de chacune des expériences ont été portées sur un tracé graphique à l'aide duquel les tableaux ont été formés, et tous ces tracés sont joints à la présente Note pour être consultés au besoin.

» En voici les résultats calculés :

» Quelques explications complémentaires sont nécessaires pour mieux caractériser encore les propriétés des différentes matières.

» Les expériences de flexion n'ont pu être prolongées assez loin pour avoir déterminé à la surface du métal des modifications bien appréciables. On remarque seulement, sur la face distendue des échantillons B, un petit élargissement des différentes fissures; les autres bronzes n'ont donné lieu à aucune remarque de même nature.

Tableau de toutes les déterminations faites sur les différents bronzes.

GENRE D'ESSAI.	FORMES ET DIMENSIONS de l'échantillon.	COEFFICIENT d'élasticité E.	CHARGE A LA LIMITE d'élasticité R_e.	ALLONGEMENT correspondant i_e.	CHARGE de rupture R_r.	ALLONGEMENT correspondant i_r.
		BRONZE ORDINAIRE DE BOURGES, B.				
Flexion...............	$0.050 \times 0.025 \times 1.00$	8.100×10^9 1.14	9.677×10^6 1.00	1.19×10^{-3} 1.02	"	"
Flexion...............	$0.060 \times 0.100 \times 2.00$	(8.130×10^9) 1.15	"	"	"	"
Traction.............	$0.025 \times 0.025 \times 1.00$	7.077×10^9 1.00	8.244×10^6 1.17	1.17×10^{-3} 1.00	16.620×10^6 1.00	(7.20×10^{-3})
Traction.............	$\pi \times 0.006^2 \times 0.15$	"	(7.080)	"	16.810×10^6 1.01	36.50×10^{-3}
	MOYENNES...	7.589	8.961	1.18×10^{-3}	16.715×10^6	36.50×10^{-3}
		BRONZE PHOSPHOREUX, FONDU A BOURGES, P.				
Flexion...............	$0.050 \times 0.025 \times 1.00$	9.331×10^9 1.30	10.368×10^6 1.22	1.25×10^{-3} 1.05	"	"
Flexion...............	$0.060 \times 0.100 \times 2.00$	(8.454) 1.18	"	"	"	"
Traction.............	$0.025 \times 0.025 \times 1.00$	7.169×10^9 1.00	8.480×10^6 1.00	1.19×10^{-3} 1.00	18.924×10^6 1.00	(4.61×10^{-3})
Traction.............	$\pi \times 0.006^2 \times 0.15$	"	(8.855) 1.04	"	24.730 1.37	47.00×10^{-3}
	MOYENNES...	8.250	8.667	1.22×10^{-3}	21.827×10^6	47.00×10^{-3}
		BRONZE DE L'USINE DE MM. LAVEISSIÈRE, L.				
Flexion...............	$0.050 \times 0.025 \times 1.00$	10.025×10^9 1.24	11.630×10^6 1.08	1.18×10^{-3} 0.89	"	"
Traction.............	$0.025 \times 0.025 \times 1.00$	"	10.790×10^6 1.00	1.33×10^{-3}	22.450×10^6 1.00	(6.26×10^{-3})
Traction.............	$\pi \times 0.006^2 \times 0.15$	8.098×10^9 1.00	(14.160)	" 1.00	30.090×10^6 1.34	177.00×10^{-3}
	MOYENNES...	9.061×10^9	11.210×10^6	1.25×10^{-3}	26.270	177.00×10^{-3}

» Les expériences de traction ont beaucoup plus altéré le métal, mais ces altérations mêmes en font très-bien ressortir les propriétés.

» Les grosses barres de $0^m,025$ ont présenté, à des degrés divers, une diminution des dimensions transversales dans la section de rupture, surtout entre les points milieux des côtés opposés, qui prennent une concavité sensible dans les parties les plus déformées. Il résulte de là que l'effort total n'est pas uniformément supporté par toute la section et ces inégalités en déterminent évidemment d'autres dans le sens transversal. La distribution de ces efforts transversaux n'est vraisemblablement pas la même pour toutes les formes de section, et n'agit pas de la même façon sur les déplacements de la matière sous-jacente.

» Les barres B se sont fissurées transversalement sur beaucoup de points, surtout sur l'une des arêtes du prisme, qui se trouve comme sciée de distance en distance; les surfaces se sont un peu gauchies et mamelonnées; les barres P se sont beaucoup moins déformées. Les barres L ont donné lieu lieu à un mamelonnage plus prononcé et à de très-petites fissures dans les angles; la section de rupture s'est réduite en moyenne à 0,95 de sa surface primitive.

» Les cassures ont des apparences très-diverses :

» B éclat métallique; surface anfractueuse, nombreux grains d'étain.

» P aspect terreux; surface grenue; grande uniformité.

» L éclat métallique; surface grenue; zone étendue plus blanchâtre que le reste de la section.

» Enfin pour les barreaux d'épreuve cylindriques la variété des effets est encore plus caractéristique.

» Le bronze ordinaire de Bourges s'est cassé sans grand allongement; la cassure était marbrée de jaune d'or et de blanc d'étain; les parois cylindriques présentent, de distance en distance, des petites fissures transversales très-peu ouvertes.

» Le bronze phosphoreux avait conservé à l'extérieur la même apparence; on ne trouve sur sa paroi aucune déchirure; sa cassure transversale est dépourvue de tout éclat métallique; son aspect terne et terreux est d'ailleurs assez homogène, si ce n'est pour l'un des échantillons dans lequel une petite cavité sphérique s'est trouvée remplie d'un grain d'une autre composition, dont la présence a sans doute contribué à faciliter la rupture de la pièce.

» Le bronze Laveissière a une cassure plus métallique et plus homogène; mais il se distingue surtout par l'état final de sa paroi cylindrique qui s'est bosselée et mamelonnée dans toute sa longueur d'une façon bizarre, ce qui dénote cependant une très-grande malléabilité; la section circulaire est en certains points devenue presque polygonale, par suite de l'importance relative des dépressions qui se sont formées à côté de protubérances très-accusées.

» Sur l'un des échantillons on remarque quelques déchirures transversales, presque imperceptibles, et rappelant, à une moindre échelle, la disposition affectée par celles du bronze de Bourges.

» Dans le tableau suivant nous avons réuni tous les chiffres moyens des expériences faites sur chaque matière, en y comprenant les valeurs des résistances vives d'élasticité et de rupture, T_e et T_r, c'est-à-dire les valeurs, en kilogrammètres, du travail nécessaire pour amener à la limite d'élasticité ou à la rupture les différentes barres.

» Nous avons joint, d'après les expériences, les valeurs i_{16} et T_{16} de l'allongement et du travail correspondant à la charge de $16^k,715 \times 10^6$ qui a suffi pour rompre le bronze ordinaire de la fonderie de Bourges.

	Bronze de Bourges.	Bronze phosphoreux.	Bronze Laveissière.	Chiffres donnés par Poncelet.	Rapports. Bronze de Bourges.	Bronze phosphoreux.	Bronze Laveissière.
E..	$7^k,589 \times 10^9$	8,250	9,061	7,00	1,00	1,09	1,20
R_e..	$8^k,961 \times 10^6$	8,667	11,210	7,30	1,00	0,99	1,25
i_e..	$1^m,182 \times 10^{-3}$	1,222	1,125	1,04	1,00	1,04	0,96
T_e..	$5^{km},290 \times 10^3$	5,595	6,306	3,80	1,00	1,06	1,19
R_r..	$16^k,715 \times 10^6$	21,827	26,270		1,00	1,31	1,57
i_r..	$36^m,5 \times 10^{-3}$	47,00	177,0		1,00	1,29	4,85
i_{16}..	$3^m,65 \times 10^{-3}$	1,02	0,68		1,00	0,28	0,15
T_{16}.	$129^{km},2 \times 10^3$	51,10	7,2		1,00	0,39	0,06
T_r..	$129^{km},2 \times 10^4$	254,40	962,4		1,00	1,97	7,45

» Nous avons pu, de cette façon et dans le même tableau, insérer les coefficients de Tredgold, reproduits par Poncelet, et chiffrer les rapports des divers coefficients pour les différentes matières, en sorte qu'il nous suffit maintenant de rappeler ces résultats à titre de conclusions.

» 1° Les coefficients d'élasticité E se classent pour les trois natures de bronze B, P et L dans le rapport de 1,00, 1,09, 1,20.

» Le coefficient d'élasticité est ainsi augmenté du cinquième de sa valeur, lorsque l'on passe du bronze le moins résistant au bronze le meilleur.

» 2° Les bronzes B et P ont la même limite d'élasticité. Celle du métal L excède cette valeur de $\frac{1}{4}$ environ.

» 3° Les allongements qui correspondent à cette limite sont dans les rapports de 1,00, 1,04, 0,96, ce qui revient à dire que l'allongement correspondant à la limite d'élasticité est presque le même pour les trois matières.

» 4° Le travail mécanique nécessaire pour les amener à cette limite varie de 1,00 à 1,06 et 1,19, c'est-à-dire dans le même rapport que le coefficient d'élasticité.

» A ces divers points de vue, le bronze phosphoreux est meilleur que le bronze ordinaire; le bronze Laveissière est notablement supérieur aux deux autres.

» Cette conséquence est encore bien plus manifeste en ce qui concerne la rupture, puisque les coefficients varient alors comme suit :

	R_r	i_r	T_r
B..............	1,00	1,00	1,00
P..............	1,31	1,29	1,97
L..............	1,57	4,85	7,45

» Ce qui revient à dire qu'il faut, pour rompre une barre de bronze Laveissière, dépenser sept fois et demi autant de travail que pour obtenir le même effet sur le bronze ordinaire.

» Le bronze au phosphore exige lui-même un travail double de ce dernier. Cet avantage considérable du bronze L tient surtout à sa grande homogénéité, et, par suite, à la grandeur des allongements qui peuvent précéder la rupture.

» 6° Les deux dernières valeurs i_{16} et T_{16} suivent un ordre inverse, parce que, pour cette charge de 16 kilogrammes par millimètre carré, qui suffit pour déchirer le bronze ordinaire, les autres matières ne sont pas encore amenées à leur période de striction; les déformations sont encore, avec les deux autres matières, faibles ou très-faibles, pour les charges qui rompent le bronze ordinaire.

» En annonçant ces résultats, nous n'avons pas pour objet de faire valoir tel ou tel mode de fabrication; nous nous bornons à dessein à énoncer les seuls résultats suivants :

» Le bronze n'est pas en général d'une constitution assez homogène pour qu'on puisse se borner à un seul mode d'expérimentation, lorsque l'on veut en apprécier et en définir les propriétés.

» Dans les expériences de traction, il conviendra, à l'avenir, d'opérer sur des barres d'épreuve de dimensions exactement pareilles en longueur et en diamètre, et de n'estimer les allongements de rupture que d'après l'expérience directe, sans les rapporter au mètre de longueur, parce que ce ne sont pas des déformations qui puissent être soumises logiquement à un calcul de proportionnalité.

» Cette conclusion paraît également applicable aux matériaux plus homogènes, et il serait essentiel de s'y conformer, notamment pour les essais des tôles de fer et des tôles d'acier, employées dans la construction des chaudières à vapeur.

» Enfin, et cette observation justifierait à elle seule les détails dans lesquels nous sommes entré, il existe, dans l'industrie, des bronzes plus homogènes, plus ductiles, plus résistants, plus élastiques que les bronzes produits par les fonderies de l'État.

» Ces bronzes se déforment moins à égalité de charge; au delà de la période élastique, ils peuvent supporter sans se rompre un allongement quintuple, et il faut pour les briser dépenser sept fois plus de travail.

» Nous serions heureux si ces indications, rendues publiques, avaient pour résultat d'améliorer la fabrication du bronze de canon; elles nous

donnent l'occasion de faire voir une fois de plus que toutes les industries sont essentiellement perfectibles sous le stimulant de la responsabilité et de l'intérêt personnels, et il est fort heureux que, tout récemment, la Direction de l'Artillerie se soit décidée à faire étudier, dans les ateliers de l'Industrie, les meilleurs procédés de fabrication. »

GÉOLOGIE AGRICOLE. — *La Seine. Études hydrologiques. Seconde partie. applications à l'agriculture;* par M. BELGRAND.

« TERRES LABOURABLES. — C'est dans le bassin de la Seine que commencent ces plateaux qui constituent la plus grande partie des provinces du nord de la France, la Beauce, l'Ile-de-France, la Normandie, la Picardie, l'Artois et la Flandre, et s'étendent jusqu'en Belgique. Ces plateaux, dépourvus d'ondulations, souvent même de pente, sont recouverts d'un épais dépôt de limon qui s'est fait dans des eaux courantes, car il se compose toujours de deux couches : l'une, à la base, très-grossière; l'autre, à la surface, formée de matières très-fines et presque impalpables, et il n'existe que sur les parties du sol dépourvues d'ondulations. Le torrent boueux a passé, pour ainsi dire, sans y rien laisser, sur les pentes accidentées de la chaîne de la Côte-d'Or, sur les ondulations des plaines de la Champagne et sur la déclivité rapide des coteaux qui bordent les vallées.

» Le dépôt s'est formé sur les terrains perméables suivants : 1° plateaux kellowiens de la basse Bourgogne; 2° plateaux crayeux du Beauvaisis, du pays de Telle, du Vexin normand, de la rive gauche de l'Eure, du bassin de la Rille, du pays de Caux; 3° plateaux éocènes du Laonnais, du Soissonnais, du Valois, du Vexin français; 4° plateaux du calcaire de Beauce; 5° le limon a été entraîné au fond des vallées par les eaux pluviales, et a été étendu par les débordements, sur les plages de gravier qui bordent la Seine et ses grands affluents, surtout dans la traversée des terrains crétacés. La surface totale des contrées où se sont formés ces dépôts limoneux est d'environ 32695 kilomètres carrés.

» Quoique dépourvus de pente, ces plateaux, énergiquement drainés par le terrain perméable qui les supporte, sont devenus d'une fertilité extraordinaire. Ils sont surtout propres à la culture des céréales, du colza et de la betterave. La vigne et les prairies n'y sont pas cultivées.

» Les contrées nommées ci-dessus offrent donc ce singulier caractère : les terres fertiles occupent les parties élevées, les plateaux; les pentes des coteaux et les fonds des vallées secondaires sont souvent frappés de stérilité, et quelquefois même restent en friche.

» Lorsque le limon forme des surfaces plates et dépourvues de pente, la terre atteint son plus haut degré de fertilité et se loue de 100 à 140 francs l'hectare : telles sont les plaines du Soissonnais, du Valois, du Vexin français, du Vexin normand, du pays de Caux, du Lieuvin, du Roumois, etc.

» Lorsque les plateaux sont légèrement ondulés, la couche de limon est moins épaisse, moins régulière, le terrain est plus brûlant et le prix de location s'abaisse à 50 et 60 francs; tels sont les plateaux kellowiens de la basse Bourgogne, du Bassigny et les plateaux du calcaire de Beauce.

» Le limon des plateaux s'est aussi étendu sur des terrains imperméables : 1° sur les parties plates du lias de l'Auxois et du Bazois; 2° sur les argiles à meulières de la Brie et de Montmorency; 3° sur les argiles du Gâtinais; 4° et enfin sur les argiles tertiaires du pays d'Ouche. Ces terrains forment ensemble une surface de 10935 kilomètres carrés.

» Quoique très-plats, les plateaux de l'Auxois, du Bazois et du pays d'Ouche ont une pente suffisante pour que les eaux pluviales s'écoulent facilement : ils sont donc naturellement fertiles. La Brie, dans les années médiocrement pluvieuses, est suffisamment drainée par les amas de meulières, mais dans les hivers très-humides, comme celui qui se termine en ce moment, elle reste imbibée d'eau comme une éponge et sa fertilité ne peut être maintenue que par le drainage pratiqué de main d'homme.

» Le Gâtinais se divise en deux parties : le Gâtinais français, qui s'étend de Sens à Nemours, est drainé par les calcaires d'eau douce du terrain tertiaire inférieur et par conséquent est naturellement fertile; mais entre Montargis et Bléneau s'étendent des plateaux absolument imperméables. Les eaux pluviales y formaient autrefois, en hiver, de grandes flaques d'eau qu'on nommait *gâtines* et, quoique occupé par le limon des plateaux, ce terrain était frappé de stérilité. Aujourd'hui, le drainage et le marnage aidant, les gâtines ont disparu et le Gâtinais devient peu à peu une contrée fertile.

» Les terrains perméables, qui ne sont pas recouverts par le limon des plateaux, sont frappés d'une stérilité relative, lorsqu'une au moins des trois cultures permanentes, les prairies, les bois et les vignes, n'y est pas suffisamment développée. Les terrains imperméables peuvent arriver à la fertilité, même lorsqu'ils ne sont pas recouverts par le limon des plateaux; mais, dans ce cas, c'est toujours aux cultures permanentes qu'ils doivent leurs plus riches produits.

» Il convient donc d'étudier la répartition de ces cultures dans le bassin de la Seine.

» Prairies naturelles. — Les prairies naturelles, qui donnent le foin proprement dit, sont permanentes et n'alternent point avec d'autres cultures. Les prairies artificielles, la luzerne, le trèfle, le sainfoin, etc., ne sont pas permanentes, et alternent avec d'autres cultures. Je ne veux parler ici que des prairies naturelles.

» J'ai le premier, je crois, fait connaître la loi fondamentale de cette culture, loi qui peut se formuler ainsi : *terrains imperméables*, les prairies naturelles sont cultivées, non-seulement au bord des cours d'eau, mais encore à flanc de coteau, et jusqu'au sommet des montagnes; *terrains perméables*, la culture des prairies est resserrée dans la partie du fond des vallées submergée par les crues des cours d'eau.

» Les deux lois suivantes ne sont pas moins générales : La culture des prairies est impossible sur les plateaux dépourvus de pente, même lorsqu'ils

sont imperméables. Le drainage est alors indispensable, et le sol drainé devient perméable et, par conséquent, impropre à la culture des prairies. Les prairies qui tapissent les lieux de sources sont tourbeuses ou au moins marécageuses, et donnent des produits de mauvaise qualité. Je dois me borner à l'énoncé de cette dernière loi : la démonstration exigerait un trop long développement.

» Il résulte de là que la culture des prairies est très-étendue dans les terrains imperméables; elle y occupe au moins le dixième, et quelquefois la moitié du territoire. Elle est au contraire très-restreinte dans les terrains perméables et sur les plateaux dépourvus de pente; elle n'en couvre pas plus de la centième partie.

» INFLUENCE DE LA NATURE DU SOL SUR LA QUALITÉ DES PRAIRIES. — *Terrains imperméables.* Les seules prairies des terrains imperméables qui soient de mauvaise qualité sont celles du Morvan. Jusqu'ici les prairies du granite ne s'étendent guère que sur des marais et des tourbières. Lorsqu'on voudra faire une bonne répartition des eaux courantes, dans cette contrée, on créera partout des prés de bonne qualité. Le Morvan est aussi la seule région imperméable où l'irrigation soit nécessaire dans les prés, lorsqu'ils sont assainis.

» L'engraissement des bœufs au pâturage n'a point encore été pratiqué dans cette contrée. On y fait, au contraire, de nombreux élèves. Les bœufs de travail du Morvan sont très-renommés.

» Les prairies des autres terrains imperméables donnent toutes des fourrages de bonne qualité. Lorsque la contrée n'est pas très-éloignée de la mer, comme le pays de Bray, l'irrigation n'y est pas pratiquée. Lorsque la région est plus continentale, comme l'Auxois, le Bazois, l'irrigation n'est pas indispensable, mais elle est toujours utile; elle exige d'ailleurs très-peu d'eau.

» Lorsqu'un pré est clos, et qu'on peut y conserver de l'eau toute l'année, pour les besoins du bétail, il passe à l'état de pâturage, et sa valeur locative augmente de 50 pour 100. Les pâturages prennent en Normandie le nom d'*herbage;* dans le Bazois et dans l'Auxois, le nom de *pré d'embauche.* Le bétail y reste jour et nuit, depuis le mois d'avril jusqu'aux gelées; ses déjections, lorsqu'elles sont répandues avec intelligence, augmentent rapidement la fertilité de la prairie.

» La plus riche contrée à prairies du bassin de la Seine est le pays de Bray, dont les herbages servent surtout à la production du laitage et du beurre. Viennent ensuite les prés d'embauche du Bazois et de l'Auxois, dans lesquels on engraisse les beaux bœufs blancs du Charolais.

» *Terrains perméables.* — Les prairies des terrains perméables tapissent habituellement des lieux de sources et, par conséquent, donnent presque partout des produits de qualité inférieure. Dans la craie blanche et les terrains tertiaires perméables, elles sont presque toutes marécageuses ou même tourbeuses et ne produisent alors que de la lèche. L'irrigation, due au débordement des cours d'eau, ou au travail de l'homme, y est absolument nécessaire. On met la faux dans toutes ces prairies, et, quoiqu'on fasse manger sur pied presque tous les regains, le pâturage proprement dit n'y existe pas.

» DIVISION DES ESPÈCES OVINE ET BOVINE. — D'après ce qui vient d'être exposé ci-dessus, on voit que l'espèce bovine, qui exige une grande production de fourrage, est le bétail propre aux terrains imperméables. J'ai constaté que le mouton ne pouvait, sans de grandes précautions, vivre au pâturage, dans les terrains imperméables : dans les années humides, il y meurt de la cachexie aqueuse. Ainsi, en 1853, tous les troupeaux du lias et du terrain crétacé inférieur ont été détruits par cette maladie; au contraire, ceux des calcaires oolithiques, de la craie blanche, du calcaire de Beauce ont très-bien résisté. L'espèce ovine est donc le bétail des terrains perméables.

» En fait, le bœuf ne peut être engraissé qu'à la stabulation permanente, lorsque le sol est perméable, et le mouton de belle race doit être nourri et engraissé à la stabulation permanente, lorsque le sol est imperméable.

» DRAINAGE. — Je ne puis dire qu'un mot du drainage. *Le drainage des terrains perméables n'est jamais utile, excepté quand ils sont cultivés en prairie. Le drainage des terrains imperméables est toujours utile, excepté quand ils sont cultivés en prairie.* Le granite fait seul exception : *le drainage y est utile partout, même lorsqu'il est cultivé en prairie.*

» *Étendue des terrains propres à la culture des prairies. Terres arénacées imperméables.* — Grand développement de prairies de médiocre qualité et propres surtout à l'élève des animaux d'espèce bovine. Terrain granitique.......................... 1685kq

» *Terres argileuses imperméables.* — Grand développement de prairies de bonne qualité, propres à faire des herbages ou des embauches. Lias, terrain crétacé inférieur, argile tertiaire du pays d'Ouche........................ 9045

Surface totale des terrains propres à la culture des prairies....... 10730kq

» *Terres argileuses imperméables,* s'étendant en plateaux dépourvus de pente. — Culture des prairies peu développée; bétail de toute espèce à la stabulation permanente. Argiles du Gâtinais, à meulières de Brie, à meulières de Montmorency : 8710 kilomètres carrés.

» *Terrains perméables.* — Prairies médiocres, occupant à peine $\frac{1}{100}$ de la surface du territoire; bétail spécial : espèce ovine. Calcaires oolithiques, craie marneuse et craie blanche, terrains éocènes perméables, sable de Fontainebleau, calcaire de Beauce, limons des plateaux, alluvions du fond des vallées : 59210 kilomètres carrés.

» SUITE DES CULTURES PERMANENTES. LES FORÊTS. — Le bassin de la Seine, surtout en amont de Paris, est une des régions les plus boisées de la France. Les arbres à feuilles caduques peuplent la plus grande partie de ces forêts. Les résineux n'y occupent qu'une petite surface et sont tous de plantation récente.

» *Terrains imperméables.* — Parmi les *terrains imperméables*, un seul, le lias, est presque déboisé, et il est facile de reconnaître, à la vigueur des bouquets de bois qu'on y voit encore çà et là, que ce terrain serait très-propre à la végétation sylvestre, s'il n'était mieux utilisé.

» Le terrain granitique du Morvan, le terrain crétacé inférieur de la Puisaye, de la Champagne humide, les argiles du Gâtinais sont extraordinairement boisés. Les forêts couvrent plus du tiers du territoire. Il n'est pas admissible que jamais ces terrains se déboisent, les bois étant les meilleures propriétés de ces contrées. Le reboisement par les arbres à feuilles caduques y est aussi facile que par les résineux.

» *Terrains perméables.* — Deux des formations perméables, la craie blanche et le calcaire de Beauce, sont déboisées et sont impropres à la végétation des arbres à feuilles caduques. On a cherché à utiliser les plaines de la Champagne, restées stériles lorsqu'elles sont loin des habitations, en les reboisant avec le pin sylvestre et le pin noir d'Autriche. On a obtenu un demi-succès.

» Les forêts couvrent le tiers environ des terrains oolithiques de la Bourgogne, de la Lorraine et de la Champagne. Elles sont toutes peuplées d'arbres à feuilles caduques, ce qui est très-singulier, car le reboisement par ces essences y est très-difficile et exige un temps très-long. On peut dire que les forêts de la Bourgogne et de la Lorraine sont l'œuvre des siècles. Le reboisement par les résineux, surtout par le pin sylvestre, y est facile, donne d'excellents résultats et est aujourd'hui pratiqué sur une grande échelle.

» Les sables de Fontainebleau et de Beauchamps sont presque entièrement boisés, et le reboisement y est facile, soit par les résineux, soit par les essences à feuilles caduques.

» Les autres terrains du bassin de la Seine, perméables ou imperméables, sont trop riches et trop fertiles pour être très-boisés. Comme dans la plupart des terrains fertiles, on y trouve quelques grandes forêts, mais qui sont ou des propriétés domaniales ou des propriétés de luxe.

» DU REBOISEMENT. — Le terrain crétacé inférieur, le granite et les argiles du Gâtinais sont aujourd'hui les seuls terrains imperméables qu'on reboise utilement; les résineux et les essences à feuilles caduques y réussissent également bien. Cependant on choisit ordinairement le bouleau

qui donne des produits utiles au bout de dix ans, et qui, après une période de cinquante ou soixante ans, est remplacé par le chêne.

» *Terrains perméables.* — Un tiers environ de la surface des terrains oolithiques est improductif et ne peut être utilisé que par le reboisement. Mon grand-père, mon père et ma mère, puis ensuite mes frères ont fait depuis 1820 des essais sur une grande échelle pour reboiser ces pierrailles stériles. Ils sont arrivés aux résultats suivants : le reboisement par les essences à feuilles caduques est impraticable, parce qu'il exige un temps trop long. Le reboisement par le pin sylvestre réussit bien, même dans les pierrailles les plus arides.

» La méthode économique de reboisement par le pin sylvestre a été mise en pratique vers 1836 par M. Lambert, notaire à Villaine-en-Duesmois (Côte-d'Or). Aujourd'hui, en traversant le Châtillonnais, on voit de tous côtés de belles plantations de pins sylvestres, recouvrant les pentes autrefois dénudées de la grande oolithe.

» Du déboisement. — Le déboisement est une mauvaise opération financière, même dans les terrains les plus riches, excepté lorsqu'on peut remplacer immédiatement la forêt par une des deux autres cultures permanentes : la prairie ou la vigne.

» Les terrains où le reboisement est facile, même par les essences à feuilles caduques, forment dans le bassin de la Seine une surface de........................ 48070^{kq}

» Les terrains pauvres, le granite, le terrain crétacé inférieur de la Champagne, les argiles du Gâtinais, les sables de Beauchamps et de Fontainebleau, sont compris dans ce nombre pour.................................... 13885^{kq}

» Les terrains qui ne peuvent être reboisés que par les résineux, les calcaires oolithiques, la craie blanche et la craie marneuse forment une surface de..... 30560^{kq}

» Suite des cultures permanentes. La vigne. — *Terrains imperméables.* — La vigne est peu cultivée dans les terrains imperméables, c'est-à-dire dans le granite du Morvan, le terrain crétacé inférieur de la Champagne et de la Puisaye, les argiles du Gâtinais, les terrains à meulières de la Brie et de Montmorency, les argiles tertiaires du pays d'Onche. Le lias fait seul exception. Ce terrain est tellement imperméable qu'il devient aride dans les années sèches, et par conséquent propre à la culture de la vigne. On récolte de très-bon vin, sur les coteaux liasiques qui limitent les plaines de l'Auxois, entre Vézelay et Semur.

» *Terrains perméables.* — Pour que la vigne soit utilement cultivée dans ces terrains, il faut : 1° que l'altitude du sol ne dépasse pas 350 mètres dans

le sud et 280 dans le nord du bassin; 2° que le sol soit disposé en coteaux bien exposés et que les vallées soient largement ouvertes; 3° que la couche de terre soit suffisamment profonde et pas trop pierreuse : lorsque le vigneron pioche une vigne, il amasse toutes les pierrailles en tas, qu'on nomme *murgers;* si la terre est trop pierreuse, les murgers en couvrent toute la surface, et il ne reste plus de place pour la vigne; 4° que la contrée ne soit pas trop rapprochée de la mer. La ligne, qui limite la culture de la vigne du côté de la mer, traverse l'Eure en amont de Pacy, la Seine vers les Andelys et l'Oise en amont de Noyon.

« D'après cela, les terrains perméables où la vigne ne peut être cultivée sont : 1° la grande oolithe, la terre à foulon et le terrain kellowien : altitude du sol trop grande, vallées trop étroites, coteaux trop dépourvus de terre et trop pierreux; 2° les plaines crayeuses de la Champagne : terrain trop plat et trop dépourvu de terre végétale, vallées trop humides; 3° les plateaux recouverts par le limon : terrain trop plat; tels sont les plateaux du Soissonnais, du Laonnais, du Valois, du Vexin français, de la Beauce, du Vexin normand, du pays de Caux et de la rive gauche de l'Eure; ces derniers sont en outre trop rapprochés de la mer.

» La culture de la vigne prend, au contraire, un développement considérable dans tous les autres terrains perméables, savoir : 1° marnes oxfordiennes, terrain corallien, marnes kimméridgiennes et terrain portlandien de la basse Bourgogne, de la Champagne et de la Lorraine. C'est dans les marnes kimméridgiennes et le terrain portlandien que se trouvent tous les bons crus des terrains oolithiques, les Riceys, Tonnerre, Chablis, Irancy, Coulange-la-Vineuse, Auxerre, dont les vins rappellent ceux de la grande Côte-d'Or.

» 2° Coteaux de la craie marneuse qui séparent la Champagne sèche de la Champagne humide.

» 3° Coteaux crayeux du pays d'Othe et des deux rives de l'Yonne. On trouve dans cette région un cru distingué, la côte Saint-Jacques, à Joigny.

» 4° Coteaux crayeux séparant la Champagne de la Brie. Cette côte est admirablement exposée, au sud-est; la craie est recouverte d'une épaisse couche de limon : conditions excellentes; aussi y trouve-t-on le vignoble unique au monde qui, entre Reims et Vertus, produit le vin de Champagne. Entre Reims et la vallée d'Oise, le coteau est moins bien exposé et la craie fait place à l'argile plastique. Entre Vertus et Montereau, il a le pied dans les marais, et la vigne n'aime pas l'eau. Les marais disparaissent au confluent de l'Yonne et, entre Moret et Thomery, la vigne produit, non pas le roi des vins, mais le roi des raisins, le chasselas de Fontainebleau.

» Si l'on ne considérait que la qualité du vin, c'est à la limite de la Champagne et de la Brie que devrait s'arrêter la culture de la vigne; cependant elle donne encore de très-riches produits, mais de détestable qualité, dans les coteaux calcaires des terrains tertiaires inférieurs, jusqu'à la vallée de l'Oise.

» A partir de cette vallée jusqu'aux Andelys, la vigne est encore cultivée, mais ne donne plus que des produits aussi misérables en qualité qu'en quantité.

» ACTION DES CULTURES PERMANENTES SUR LA RICHESSE PUBLIQUE. — *Terrains imperméables.* — Le Morvan n'aurait pas été habitable, sans deux des cultures permanentes, les bois qui couvrent le tiers de sa surface et les prairies qui en occupent $\frac{1}{10}$.

» La culture la plus riche du terrain crétacé inférieur de la Champagne humide est celle des forêts, qui souvent en occupe le tiers ou la moitié. Dans le pays de Bray, c'est la prairie qui en occupe plus de la moitié. Les bois étaient autrefois la seule culture productive du Gâtinais; ils y sont très-beaux et sont encore la meilleure propriété de cette contrée.

» *Terrains perméables.* — La partie de la Bourgogne dite la Montagne n'aurait pas été habitable autrefois sans les forêts. Les habitants de cette contrée avaient des *droits d'usage* dans les bois et y nourrissaient leurs bœufs et leurs vaches. Ils y exerçaient le droit de *bois-mort* et *mort-bois*, et, sous le nom d'*affouage*, prélevaient leur part dans les coupes des bois communaux. L'introduction des prairies artificielles et du mouton mérinos a accru considérablement l'aisance des habitants.

» La craie blanche de la Champagne sèche est impropre à la culture des bois, des prés et des vignes. Les cultures permanentes et le limon des plateaux y manquent: c'est encore un des pays les plus pauvres de la France.

» Enfin les sables de Fontainebleau et de Beauchamps seraient absolument stériles, s'ils n'étaient occupés presque entièrement par les bois.

» Les plateaux recouverts par le limon peuvent tous, à l'exception du Gâtinais, se passer des cultures permanentes. Les bois y sont propriété de luxe, les prairies et la vigne n'y sont pas et n'y peuvent être cultivées.

En résumé, si le bassin de la Seine, par la variété et la richesse de ses produits agricoles, est un des pays les plus riches du monde, c'est à la variété des terrains qui s'étendent à sa surface et surtout au limon des plateaux qu'il le doit; les limites géologiques y sont aussi des limites, non-seulement pour le géographe et pour l'ingénieur, mais aussi pour l'agriculteur. »

BOTANIQUE. — *Sur le rôle du substratum dans la distribution des Lichens saxicoles.* Note de M. WEDDELL.

« On a souvent discuté sur les relations qu'il peut y avoir entre la constitution chimique ou minéralogique du sol et les stations des végétaux; mais il s'en faut que les botanistes soient complétement d'accord sur ce sujet. Divers auteurs ont signalé l'intérêt qu'offrirait, à ce point de vue,

l'examen comparatif des stations des Lichens; mais il n'est pas à ma connaissance que personne ait cherché à préciser les causes de la prédilection de telles ou telles de ces plantes pour telle ou telle matrice ou substratum. Aussi, ayant eu, depuis quelque temps, l'occasion d'en étudier un grand nombre dans leur site natal, et dans des conditions d'existence extrêmement variées, j'en ai profité pour rassembler les faits qui m'ont paru de nature à éclairer cette question complexe, et je me propose de faire connaître ici succinctement les principales conclusions que j'ai cru pouvoir tirer de leur étude.

» Lorsque, en étudiant les Lichens *in situ*, on vient à passer d'un terrain minéralogique à un autre, d'un terrain calcaire, par exemple, à un terrain siliceux, il est un fait dont on est frappé : c'est que l'aspect de la flore lichénique semble varier du tout au tout, preuve évidente que la plupart, ou tout au moins les plus marquantes des espèces végétant sur les roches calcaires, leur sont particulières, et *vice versâ*. Toutefois, en y regardant de plus près, on ne tarde pas à s'apercevoir qu'il en est un certain nombre qui sont communes à l'un et à l'autre de ces substratums. Vient-on ensuite à étendre un peu le champ de ces recherches, on constate que plusieurs des Lichens qui ont une prédilection évidente pour un support siliceux (1) et une répulsion non moins manifeste pour le calcaire ne dédaignent cependant pas un substratum organique, une écorce ou un tronc dénudé. D'autres se rencontrent à la fois sur le calcaire et sur les roches siliceuses, mais jamais sur un support vivant. Bon nombre enfin semblent montrer l'indifférence la plus complète à l'égard de la surface où doivent se dérouler les diverses phases de leur existence; comparables en cela à la majorité des plantes phanérogames, qui sont aptes à végéter dans les conditions de sol les plus diverses. Or, m'étant demandé à quelles causes on devait attribuer cette prédilection particulière de certains Lichens pour certains supports, je suis arrivé à reconnaître que ces causes étaient de deux ordres : les unes dépendant presque uniquement de la durée du développement de la plante, les autres de la constitution chimique ou minéralogique du substratum; et il m'a semblé que, en s'appuyant sur ces données, on pourrait rapporter les Lichens saxicoles, envisagés au point de vue de leurs stations, aux catégories suivantes :

(1) Sous la dénomination de *roches siliceuses*, le botaniste comprend, en général, non-seulement les roches siliceuses proprement dites, telles que quartzite, grès, etc., mais aussi les roches silicatées, comme le granite, le gneiss, l'orthose, les porphyres, divers schistes, etc.

» 1° Espèces dont le développement, en général très-lent, exige une matrice capable de résister presque indéfiniment à l'action des agents atmosphériques. Ce sont les *Lichens silicicoles*, exclusivement tels ou se rencontrant exceptionnellement sur les roches calcaires d'une dureté suffisante, mais jamais sur des substratums organiques (*Lecanora ventosa*, *Lecidea contigua*, *Lecid. geographica*, etc.).

» 2° Espèces à croissance lente ou rapide, demandant avant tout à se fixer sur une surface neutre, c'est-à-dire qui ne pourra exercer sur elles aucune influence nuisible. Ce sont également des Lichens silicicoles, que l'on trouve, au même titre, sur les écorces, mais jamais sur les roches calcaires. On peut les désigner, en conséquence, sous le nom de *Lichens silicicoles calcifuges* (*Parmelia saxatilis*, *Parm. caperata*, *Lecidea disciformis*, etc.).

» 3° Espèces dont les fructifications, ou apothécies, sont donées de la propriété de s'enfoncer plus ou moins profondément dans la pierre qui leur sert de matrice, la surface de celle-ci se creusant sous leur influence. Ce sont les *Lichens calcivores*, dont on ne peut évidemment concevoir la présence que sur les rochers où l'apothécie peut exercer une action dissolvante, ou sur un support dont la surface est assez molle pour céder sous sa pression (*Lecidea exanthematica*, *Lecid. calcivora*, *Verrucaria immersa*, etc.).

» 4° Espèces qui ont pour le calcaire une prédilection si exclusive, qu'elles ne peuvent vivre sur aucun autre substratum. Ce sont les *Lichens calcicoles* proprement dits (*Lecanora candicans*, *Lecan. callopisma*, *Lecan. teicholyta*, etc.) (¹).

» 5° Enfin, Espèces qui végètent presque indifféremment sur tous les genres de substratums, et qu'on peut, par cette raison, nommer « Lichens » omnicoles » (*Physcia parietina*, *Lecanora subfusca*, *Lecidea parasema*, etc.). »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre libre, qui remplira la place laissée vacante par la démission de M. le comte *Jaubert*.

(¹) Quelques Lichens paraissent être propres aux roches dolomitiques; mais ces *Lichens magnésicoles*, parmi lesquels je ne citerai ici que le *Lecidea opaca* Schær, sont encore en trop petit nombre pour qu'il soit utile d'en faire une catégorie spéciale.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 61,

M. de la Gournerie obtient.	44 suffrages.
M. Bréguet.	9 »
M. Sedillot.	5 »
M. Jacqmin.	2 »
M. du Moncel.	1 »

M. de la Gournerie, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Nouvelles observations concernant l'influence des dépôts métalliques sur le zinc mis en présence des acides et des alcalis; nouveaux procédés d'héliogravure.* Mémoire de M. C. Gourdon. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Becquerel, Balard, Fizeau.)

« Les travaux de M. Merget (1) ont montré que le zinc, recouvert par précipitation d'un métal des trois dernières sections, n'est attaquable par l'acide azotique étendu qu'aux points restés à découvert, tandis que, dans les acides sulfurique, chlorhydrique, acétique, etc. étendus, il est, au contraire, attaqué aux points seuls où le métal étranger le recouvre. En suivant cette voie, on peut observer de nouveaux faits intéressants.

» 1. Le zinc, recouvert de certains métaux, acquiert la propriété de s'altérer avec une facilité excessive. Ainsi, en recouvrant par places une lame de ce métal d'une légère couche de platine pulvérulent, couche qu'on peut produire en écrivant simplement sur la lame avec une solution de bichlorure de platine, il est possible de déterminer l'attaque de zinc, aux points où se trouve le platine, avec de l'acide sulfurique étendu de 7000 volumes d'eau. Si l'on remplace le platine par l'or, on pourra dissoudre le zinc en étendant l'acide sulfurique de 5000 fois son volume d'eau. Le cuivre agit encore avec un acide étendu de 4000 volumes; puis viennent l'argent (3500 volumes), l'étain (1500 volumes), l'antimoine (700 volumes), le bismuth (500 volumes), le plomb (400 volumes).

(1) *Comptes rendus*, 1863, t. LVI, p. 693 et 868.

» 2. Le mercure, bien que placé parmi les métaux des dernières sections, ne donne pas une réaction identique à celle de ces métaux. L'action qu'il provoque est assez irrégulière; déposé sous forme saline sur le zinc, il produit une tache qui va en s'élargissant d'instant en instant, et la dissolution du zinc ne paraît active que sur les bords de cette tache.

» 3. Les arsénites, arséniates et antimoniates solubles donnent des taches variables d'aspect et favorisent encore la dissolution du zinc; mais l'action est moins vive.

» 4. Aux métaux des trois dernières sections, cités par M. Merget comme rendant le zinc sensible à l'action des acides étendus, j'ajouterai le cobalt, le nickel et le fer, qui doivent être comparés au platine, quant à l'intensité de l'attaque qu'ils provoquent lorsqu'ils sont déposés sur zinc. Le cobalt même peut déterminer la dissolution de ce métal dans de l'acide sulfurique étendu de 10000 volumes d'eau.

» 5. Les sels de même base, à acides différents, ne se comportent pas d'une façon identique. Les chlorures donnent des dépôts plus énergiques que les sulfates, et ces derniers sels en produisent de plus énergiques que les azotates (1).

» 6. Les sels alcalinisés par l'addition d'une petite quantité d'ammoniaque donnent lieu à des dépôts plus actifs que ces mêmes sels employés seuls. Une solution de chlorure de nickel ordinaire produit une tache agissant avec de l'acide sulfurique étendu de 3000 volumes d'eau; la même solution, additionnée d'ammoniaque, n'exige que de l'acide étendu de 7000 volumes. Le chlorure de cobalt exige de l'acide étendu de 5000 volumes; le chlorure de cobalt ammoniacal n'exige qu'un acide contenant une quantité d'eau deux fois plus considérable.

» 7. Certains sels qui, employés purs, ne produiraient aucun dépôt, en produisent au contraire de très-actifs s'ils ont préalablement été traités par l'ammoniaque. Comme exemple, je citerai le sulfate ferreux.

» 8. Les métaux pouvant former sur le zinc un dépôt actif, qui agissent

(1) On peut, jusqu'à un certain point, se rendre compte du peu d'énergie des dépôts fournis par les azotates, si l'on se rappelle que l'acide azotique et l'acide sulfurique agissent d'une manière tout à fait opposée sur le zinc recouvert d'un métal : l'acide azotique protège les points qu'attaquerait l'acide sulfurique. Lors d'un dépôt donné par un azotate, ces deux acides existant en réalité dans le liquide corrosif, l'action de l'acide sulfurique doit se trouver considérablement amoindrie, ou même complétement détruite, par la présence de l'autre acide.

avec le plus d'intensité, sont ceux dont les solutions salines ne donnent pas, avec l'ammoniaque en excès, de précipité persistant, et il n'est pas utile, pour constater que ces derniers métaux l'emportent sur les autres, d'alcaliniser les solutions aqueuses de leurs sels. Le tableau suivant permettra de reconnaître facilement cette singulière coïncidence (1).

Métaux.	Volumes d'eau qu'on peut ajouter à 1 vol. d'ac. sulfurique à 66°, pour produire l'attaque du zinc.	Effets produits par l'ammoniaque.
Cobalt....................	10,000	Précipité soluble dans un excès de réactif.
Nickel....................	7,000	» »
Platine....................	7,000	Précipité sol. à chaud dans un exc. de réact.
Fer au minimum d'oxydation.	7,000	Précipité soluble dans un grand excès.
Fer au maximum...........	7,000	Précipité insoluble.
Or......................	5,000	Rien ou précipité insoluble.
Cuivre....................	4,000	Précipité soluble.
Argent....................	3,500	» »
Étain au maximum..........	1,500	» »
Étain au minimum...	1,500	Précipité insoluble.
Antimoine...........	700	» »
Bismuth................ .	500	» »
Plomb....................	400	» »

» 9. Le zinc recouvert de dépôts métalliques est rendu très-attaquable, non-seulement par les acides, mais encore par les alcalis dissous. Les réac-

(1) D'après ce tableau, les sels d'or, ainsi que les sels de fer et d'étain au maximum d'oxydation, paraissent faire exception à ce que je viens de dire. Sauf pour les sels d'or, qui cependant ne donnent pas toujours de précipité par l'ammoniaque, cette exception n'est qu'apparente.

En effet, un sel ferrique, mis en présence du zinc, passe, dans les premiers moments du contact, à l'état de sel ferreux, ainsi qu'on peut s'en assurer en touchant une goutte de sel déposé sur une lame de ce métal, avec une baguette de verre plongée d'abord dans une solution d'ammoniaque. Le précipité qui se forme n'est pas uniformément couleur rouille : en certains points, il est verdâtre. La réduction du sel ferrique est donc nettement accusée.

Quant aux sels d'étain au maximum qui ne sont pas plus actifs que les sels d'étain au minimum, bien qu'ils ne donnent pas de précipité persistant par l'ammoniaque, on peut admettre qu'ils éprouvent de la part du zinc une réduction analogue à celle qu'éprouvent les sels ferriques.

Il n'y a pas lieu, en conséquence, de considérer les particularités relatives au fer et à l'étain comme constituant une exception sérieuse à la remarque faite précédemment.

tions seront des plus vives, en employant, sous leur influence, le cobalt, le nickel, le platine et le fer précipités, c'est-à-dire les métaux qui déterminent avec le plus d'énergie la dissolution du zinc dans les acides.

» 10. La seule intervention de l'électricité me paraît insuffisante pour expliquer tous ces phénomènes. Indépendamment de cette cause, il en existe une autre qu'on ne peut passer sous silence : c'est la rugosité du zinc, rugosité que l'on produit forcément aux points où l'on place sur ce métal un sel actif.

» On peut, en utilisant certaines des réactions précédentes, arriver à un nouveau genre d'héliogravure.

» *Premier procédé.* — Dans les images photographiques ordinaires, les noirs, abstraction faite du virage au sel d'or, sont produits par de l'argent métallique. Supposons qu'une épreuve photographique soit appliquée sur une plaque de zinc, l'argent, transporté du papier sur la plaque, produira une couche métallique, déterminant la morsure du zinc par un liquide acidulé. J'ai employé, pour produire l'espèce de décalque ci-dessus, le cyanure de potassium, bien que ce sel présente encore certains inconvénients (1).

» *Deuxième procédé.* — Ce procédé est fondé, en ce qui concerne les opérations préliminaires qu'il nécessite, sur la propriété que possèdent certains enduits, employés dans la photographie au charbon, de se dessécher

(1) L'épreuve positive sur papier, au sortir du châssis, est plongée dans une solution d'hyposulfite de soude, puis soigneusement lavée. L'épreuve lavée est ensuite appliquée, du côté de l'image, sur une plaque de zinc, puis humectée d'abord avec de l'ammoniaque, et, quelques instants après, avec une solution de cyanure de potassium pur ou mélangé de carbonate de soude. Après un laps de temps qui varie suivant la concentration des liqueurs employées, l'argent se sera entièrement transporté du papier sur le zinc, et avec une telle régularité que l'on aura sur ce métal une image absolument identique à l'image fixée primitivement sur papier. Or cet argent produira l'action que l'on connaît. Si l'on veut obtenir un bon résultat, on devra se servir d'un papier renfermant une forte proportion de sel d'argent.

Je ne saurais affirmer que cette manière d'opérer soit applicable à la reproduction de toute espèce de photographies, car la reproduction des demi-teintes est toujours l'écueil de ce genre de procédés, mais elle permettra de reproduire des gravures, des cartes de géographie et des dessins ne se composant que de traits noirs plus ou moins rapprochés.



seulement au rayons du soleil, ou encore de rester secs dans l'obscurité et de devenir *poisseux* à la lumière.

» Ces enduits étant préalablement appliqués sur papier, les parties qui sont restées ou devenues humides après une exposition à la lumière, derrière un cliché positif ou négatif, sont seules aptes à retenir les poudres actives qu'à l'aide d'un blaireau très-fin on promène à leur surface (1). »

M. L. Aubert adresse un douzième Mémoire sur les solides soumis à la flexion.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. Brachet adresse une nouvelle Note sur les obturateurs des radiations lumineuses extrêmes.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Moussu adresse, pour le Concours des prix de Médecine et Chirugie (fondation Montyon), un Mémoire sur l'inoculation et la transmission de l'érysipèle phlegmoneux par la vaccination ou la revaccination.

(Renvoi à la Commission.)

Un Auteur, dont le nom est contenu dans un pli cacheté, adresse, pour le Concours des prix Lacaze, deux Mémoires relatifs, l'un aux centres d'action du système nerveux, l'autre aux forces universelles appliquées à la connaissance des phénomènes vitaux.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. J. Thomsen prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats au Concours pour le prix *L. Lacaze*, qui doit être décerné aux Ou-

(1) Ces poudres consistent en sels métalliques porphyrisés et tamisés, et pour le choix desquels on se guide sur ce que j'ai établi dans la partie théorique de cette Note. En appliquant l'image recouverte d'une poudre saline sur une plaque de zinc, l'ammoniaque gazeuse ou dissoute, ou parfois simplement de l'eau, en détermine un décalque exact. La plaque, exposée à l'action de l'acide sulfurique étendu, donne, comme précédemment, une planche pour taille-douce.



vrages ou Mémoires présentés en 1873, qui auront le plus contribué aux progrès de la Chimie.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la Lettre suivante, que l'auteur adresse à ce sujet :

« Les Mémoires que je présente au Concours contiennent une longue série de recherches thermochimiques sur l'affinité, qui m'ont occupé pendant les vingt dernières années.

» Mes premières publications sur la Thermochimie se trouvent dans les *Mémoires de la Société royale danoise des sciences* (1852) et dans les *Annales de Poggendorff* (t. LXXXVIII-XCII, 1853-1854). En 1869, j'ai commencé la publication de nouvelles recherches, comprenant jusqu'ici environ 3000 essais calorimétriques, exécutés dans le but de former une base solide pour des applications théoriques.

» J'ai l'honneur de présenter ci-jointes trois séries de mes Mémoires sur la Thermochimie :

» La première série contient des tirages à part des Mémoires publiés dans les *Annales de Chimie et de Physique*, les *Annales de Poggendorff* (t. LXXXVIII-XCII, 1853-1854). Ils contiennent, avec une série de recherches expérimentales, une déduction systématique, fondée sur les théorèmes de Carnot, de la plupart des phénomènes de la Thermochimie connus à cette époque.

» La deuxième série contient les tirages à part de dix Mémoires publiés dans les mêmes Annales, pendant les années 1869-72 (t. CXXXVIII-CXLIII); une table des matières est ajoutée à cette collection. Ces Mémoires renferment :

» 1° Des recherches expérimentales et théoriques sur la loi de l'affinité, de Berthollet;

» 2° Des recherches sur les phénomènes de neutralisation de 36 acides et 30 bases, organiques ou minérales, destinées à fixer la constitution ou l'atomité de ces corps;

» 3° Des recherches sur la décomposition réciproque ou double des sels dissous dans l'eau;

» 4° Des recherches sur la décomposition complète et sur la décomposition partielle des sels, au moyen des acides et des bases;

» 5° Des recherches sur la chaleur spécifique des solutions aqueuses fréquemment employées dans les essais thermochimiques.

» La troisième série renferme, soit des résumés de Mémoires dont l'impression n'est pas encore achevée, soit des publications préliminaires de travaux spéciaux qui ne sont pas encore consignés dans mes Mémoires complets. On trouve, par exemple, dans cette série, mes recherches sur la constitution de l'acide fluosilicique, de l'acide periodique et de l'acide sulfhydrique; un Mémoire sur la formation de l'acide formique, deux Mémoires sur les phénomènes de l'affinité, d'après les multiples d'une constante commune, etc.

» Outre les dix Mémoires de la deuxième série, j'en ai publié un onzième sur l'affinité de l'hydrogène pour les métalloïdes; ce Mémoire se trouve dans les *Annales de Poggendorff* de l'année 1873 (t. CXLVIII); j'en adresse à l'Académie un tirage à part.

» Un douzième Mémoire qui est sous presse, pour les mêmes Annales, contient mes recherches sur les corps oxydants et les corps réducteurs : l'acide sulfureux, le sulfate de fer, les chlorures de fer et les chlorures d'étain, l'acide hypochloreux, l'acide permanganique, le

peroxyde de manganèse, l'acide chromique et le peroxyde d'hydrogène. Un résumé de ce Mémoire est contenu dans ma troisième série.

» Un treizième Mémoire traitera de l'affinité de l'oxygène pour les métalloïdes. Dans ma troisième série (pages 103-129) se trouvent des résumés des diverses parties de ce Mémoire, savoir les résultats principaux relatifs à l'affinité de l'oxygène pour le chlore, le brome, l'iode, le soufre, le sélénium, le tellure, l'azote et le carbone. »

PHYSIQUE. — *Sur un électro-diapason à mouvement continu.* Deuxième Note de M. E. Mercadier, présentée par M. Jamin.

« Dans une première Note, insérée au dernier numéro des *Comptes rendus*, j'ai donné la description de cet appareil. Voici maintenant des résultats numériques qui montrent que ses vibrations conservent leur synchronisme, malgré l'action intermittente de l'électro-aimant, et quelles que soient les circonstances dans lesquelles il fonctionne.

» On peut inscrire sur un cylindre recouvert de papier enfumé les vibrations du diapason et en même temps les battements d'une pendule à secondes par l'intermédiaire d'un électro-aimant, dont la palette est armée d'un style placé à côté de celui du diapason, sur la même génératrice du cylindre. On mesure ensuite sur les graphiques les nombres de vibrations du diapason pendant les secondes successives.

» Le tableau suivant contient un certain nombre des résultats ainsi obtenus avec un diapason, en faisant varier la vitesse du cylindre, l'amplitude de la vibration et la longueur du style enregistreur (1).

	Nombre de vibrations complètes.	Écarts extrêmes.	Erreurs relatives extrêmes	Écarts moyens.	Erreurs relatives moyennes.	Nature et longueur du style.
Petite vitesse du cylindre..	257,47	0,07	0,0003	0,03	0,0001	Style en fil d'acier de 0mm,3 de diamètre, de 29 millim de longueur, avec un nœud à 20 millim du diapason.
Vitesse triple............	257,41	0,11	0,0004	0,08	0,0003	
Amplitude de 2 millim....	257,64	0,08	0,0003	0,03	0,0001	Même style de 22 millim de longueur, sans nœud
Amplitude de 5 millim....	257,60	0,14	0,0005	0,05	0,0002	
Diapason non entretenu...	257,75	0,10	0,0004	0,06	0,0002	
	257,56	0,19	0,0007	0,06	0,0002	Deux styles.

(1) La deuxième colonne du tableau donne les moyennes des valeurs relevées sur des graphiques comprenant chacun de 7 à 20 secondes consécutives; la troisième donne la différence entre les valeurs maxima ou minima et ces moyennes; dans la quatrième sont les erreurs relatives des nombres de la précédente (quotient de l'écart par la valeur moyenne); la cinquième renferme les nombres obtenus en prenant d'abord la moyenne de tous les écarts, puis la retranchant de la valeur moyenne correspondante; la sixième donne les erreurs relatives de ces écarts moyens : les nombres qu'elle contient sont la mesure véritable de l'erreur de synchronisme. J'ai cru néanmoins devoir donner les erreurs provenant

» On peut, je crois, en tirer les conclusions suivantes :

» 1° Le synchronisme des vibrations de l'électro-diapason existe à moins de 0,001 près;

» 2° Le nombre de ses vibrations diffère d'une quantité insignifiante de celui qui correspond au diapason vibrant à la manière ordinaire.

» L'exactitude de l'instrument reconnue, j'ai cherché les conditions à remplir pour augmenter autant que possible l'amplitude de ses vibrations.

» I. L'amplitude dépend de la forme du diapason. La forme en pyramide quadrangulaire tronquée donne, toutes choses égales d'ailleurs, plus d'amplitude que la forme prismatique.

» II. L'amplitude dépend aussi de la distance des noyaux de l'électro-aimant au diapason. En faisant varier cette distance entre 1 millimètre et 4 millimètres, on trouve que l'amplitude décroît à peu près proportionnellement à l'accroissement de la distance : les courbes, obtenues en prenant pour abscisses les distances et pour ordonnées les amplitudes, sont très-sensiblement des lignes droites.

» III. La hauteur de l'électro-aimant, le long de la branche du diapason qui lui fait face, est encore un élément à considérer. Il y a avantage à élever l'électro-aimant jusqu'aux trois quarts de la hauteur du diapason; à partir de là, ce qu'on gagne en élevant davantage l'électro-aimant est peu notable.

» Il est clair d'ailleurs que ces deux éléments, distance et hauteur de l'électro-aimant, peuvent être combinés suivant l'effet qu'on veut obtenir.

» IV. L'influence de l'intensité du courant électrique employé est évidente, puisqu'elle augmente la force attractive de l'électro-aimant. La résistance de l'électro-aimant étant très-petite, l'intensité du courant de la pile, en mettant les éléments successifs en tension, tend très-rapidement vers une limite : il en est de même de la force attractive et de l'effet de cette force sur l'armature, qui est proportionnel au carré de l'intensité de

des écarts extrêmes, pour ne pas laisser le moindre doute sur le degré d'exactitude de l'appareil.

Les deux dernières lignes de ce tableau contiennent les résultats obtenus avec l'appareil, sans entretien électrique, vibrant à la manière ordinaire, avec un seul style et avec deux. La différence entre la moyenne de ses indications, quand il est entretenu ou qu'il ne l'est pas, s'élève à environ 0,10, d'où il résulte, en les prenant les unes pour les autres, une erreur relative de 0,0004 absolument négligeable.

la pile. Ici l'armature est une lame élastique animée d'un mouvement vibratoire, sur laquelle le courant agit 515 fois en deux secondes et pendant 0,002 de seconde environ chaque fois (1). Elle paraît donc fort différente d'une armature ordinaire.

» En fait, on observe que si l'on fait varier l'intensité de la pile, l'amplitude de la vibration tend vers une limite comme l'intensité elle-même; et, si l'on considère seulement ce qui arrive avant qu'on ait atteint ces limites, on trouve que l'amplitude augmente à peu près proportionnellement à l'intensité.

» On peut ainsi faire varier l'amplitude d'un diapason de 515 vibrations simples par seconde, depuis zéro jusqu'à 2 millimètres, et celle du style qui y est fixé de zéro à 10 et 12 millimètres.

» V. Enfin la nature et la longueur du style ont une influence considérable sur l'amplitude.

» En employant, comme je l'ai indiqué plus haut, un fil d'acier de $0^{mm},3$ de diamètre, il ne faut pas dépasser une longueur de 30 millimètres, afin d'avoir une vibration assez énergique pour qu'il en résulte un bon enregistrement sur le cylindre. En deçà de cette limite, il faut éviter les longueurs comprises entre 24 et 27 millimètres environ, pour lesquelles se présentent des anomalies de telle nature que le style affecte des formes de vibration complexes qui en rendent l'enregistrement à peu près impossible, et qui, de plus, affaiblissent, jusqu'à l'éteindre quelquefois, le mouvement du diapason. Jusqu'à 24 millimètres, le style vibre d'ensemble, comme le diapason, avec des amplitudes croissant avec la longueur; de 27 à 30 millimètres, il présente un nœud dont la distance au diapason est variable, et l'extrémité libre a une amplitude décroissante.

» Je suis obligé de me borner, pour le moment, à ces indications pratiques sur le mouvement complexe d'un style d'électro-diapason, ou plus généralement sur le mouvement d'une tige élastique dont le point d'encastrement est animé d'un mouvement vibratoire. Il y a déjà longtemps que nous avions été amenés, M. Cornu et moi, à examiner certaines particula-

(1) En remplaçant la plaque interruptrice par un petit cylindre recouvert d'une feuille d'étain enfumée et tournant sous le style interrupteur, j'ai pu constater que la couche de noir de fumée n'empêchait pas le courant de passer, d'inscrire les vibrations de cet interrupteur, de déterminer la durée du contact et, par suite, celle de l'action attractive de l'électro-aimant, autant du moins que le permet l'influence perturbatrice de l'étincelle d'induction qui se produit à chaque contact.

rités de ce mouvement dans nos recherches sur les intervalles musicaux et dans des expériences encore inédites sur l'inscription, au moyen d'un style, des vibrations longitudinales de fils métalliques. Depuis lors, M. Gripon a donné, à ce sujet, des indications très-intéressantes dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 4 décembre 1871.

» J'ai eu naturellement l'occasion d'étudier avec soin les diverses circonstances de ce mouvement, et principalement les anomalies qu'il présente, comme celui des cordes et colonnes gazeuses vibrantes, et sans doute aussi tous les corps sonores. Je donnerai prochainement, dans un Mémoire spécial, les résultats de cette étude. L'électro-diapason permet de produire ces anomalies à volonté, *de les rendre continues* aussi longtemps qu'on veut, condition indispensable pour pouvoir prendre des mesures exactes. On peut juger, par cet exemple, de l'utilité que peut avoir cet instrument, d'ailleurs si simple, pour toutes les expériences ou recherches d'acoustique qui nécessitent l'emploi de diapasons. »

PHYSIQUE. — *Sur une expérience d'électrodynamique.* Note de MM. G. PLANTÉ et ALF. NIAUDET-BREGUET, présentée par M. Edm. Becquerel.

« En chargeant un couple secondaire à lames de plomb avec la machine magnéto-électrique de Gramme, nous avons observé un phénomène qui offre un assez curieux exemple de transformation réciproque du travail mécanique en électricité, et de l'électricité en travail mécanique.

» La machine de Gramme jouissant, comme on sait, de la propriété remarquable de fournir des courants induits de même sens, le couple secondaire se charge, à l'aide de cette machine, comme sous l'influence d'une pile voltaïque, et permet d'obtenir, au bout de quelques minutes, par suite de l'action chimique accumulée, des effets temporaires d'une intensité supérieure à ceux que donne la machine d'une manière continue. C'est ce qu'il est facile de constater, soit par l'incandescence d'un fil de platine, soit par toute autre action physique.

» Mais si, au lieu de décharger ainsi le couple secondaire, on le laisse en communication avec la machine, et si l'on cesse de la faire tourner, si on l'arrête même d'une manière complète, en opposant une résistance suffisante, on la voit aussitôt se remettre en mouvement sous l'influence du courant du couple secondaire qu'elle vient de charger, non point en sens inverse, mais dans le sens même du mouvement dont elle était animée, pendant qu'elle chargeait le couple secondaire.

» La vitesse est moindre, il est vrai, que celle qu'on lui donne pour développer de l'électricité, mais elle est encore assez grande, et la rotation peut se prolonger deux ou trois minutes, c'est-à-dire pendant le temps que le couple secondaire met à se décharger.

» La machine magnéto-électrique fonctionne dans ce cas comme moteur électromagnétique, et le couple secondaire lui *restitue*, sous la même forme, le travail qu'il a emmagasiné. L'électricité n'a servi, pour ainsi dire, que de rouage intermédiaire dans cette communication et cette restitution de mouvement.

» Si l'on mesurait les forces mises en jeu, on constaterait évidemment que cette restitution n'est pas complète, par suite des pertes inévitables dans toute transformation; mais, comme la mesure du *rendement* du couple secondaire effectuée par l'un de nous, dans un travail précédent, en suivant une autre méthode, a démontré que ce couple était un bon récepteur de la force électrique, il est probable qu'on ne trouverait ici, toutes choses égales d'ailleurs, qu'une faible perte dans la transformation.

» Le sens du mouvement de rotation communiqué à la machine par la décharge du couple secondaire est, avons-nous dit, le même que celui dans lequel on a tourné la machine pour charger le couple. Or, si la machine, en tournant dans un sens déterminé, a chargé ce couple, on conçoit difficilement, au premier abord, que, sous l'influence de la décharge du couple, elle tourne encore dans le même sens; car elle doit tendre alors à recharger le couple secondaire, de sorte que celui-ci devrait à la fois se décharger et se charger dans le même temps.

» Rien ne semble plus paradoxal. Cependant le fait est facile à constater, et il s'explique très-simplement de la manière suivante : Si l'on considère d'abord le sens du courant fourni par la machine, celui du courant restitué par le couple secondaire, qui est inverse du précédent, et si l'on tient compte des actions qui en résultent, on reconnaît, d'après les lois de l'induction et de l'électrodynamique, que le mouvement de rotation doit bien s'effectuer dans le sens qu'indique l'expérience. Si l'on observe, d'autre part, que le couple secondaire une fois chargé a une intensité temporaire supérieure à celle de la machine, c'est-à-dire qu'il peut fournir, dans un temps donné, par suite de l'accumulation qui a eu lieu, une quantité supérieure à celle que donnerait la machine pendant le même temps, on comprend qu'il puisse vaincre ou surmonter l'intensité plus faible que tend à développer la machine par sa rotation sous l'influence même de la décharge du couple secondaire.

» Le mouvement a donc lieu ici en vertu d'une différence d'intensité entre le courant fourni par le couple secondaire et celui que tendrait à développer la machine par le fait même de sa rotation. Ainsi s'explique, d'après nous, ce paradoxe apparent d'électrodynamique.

» Nous ajouterons que l'expérience peut être aisément répétée avec les plus petits modèles comme avec les plus grands de la machine de Gramme. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action du gaz ammoniac sur le nitrate d'ammoniaque.* Note de M. F.-M. RAOULT.

« Si l'on dirige un courant de gaz ammoniac sec sur du nitrate d'ammoniaque cristallisé, *le sel se fond* en absorbant le gaz, comme le ferait la glace. Ce phénomène se produit, sous la pression ordinaire, à toutes les températures comprises entre -15 et $+25$ degrés. Le liquide obtenu est incolore. Exposé à l'air libre, il perd d'abord une partie de son ammoniaque, et dépose des cristaux renfermant 1 équivalent de gaz uni à 1 équivalent de sel; ces cristaux, à leur tour, perdent leur ammoniaque par une exposition prolongée à l'air, et il ne reste plus, à la fin, que du nitrate d'ammoniaque pur.

» La composition du liquide en question varie avec la température. A 10 degrés au-dessous de zéro, 100 grammes de nitrate d'ammoniaque absorbent $42^{gr},50$ de gaz ammoniac; de sorte que le produit, formé à cette température, renferme 1 équivalent de sel uni à 2 équivalents de gaz et correspond à la formule $AzH^4O, AzO^5 + 2AzH^3$. Il ne se congèle pas dans un mélange de glace et de sel marin. Sa densité est 1,05. Chauffé, même légèrement, ce nitrate ammoniacal se dissocie; il bout en perdant de l'ammoniaque, et, vers $28^o,5$ sous la pression ordinaire 760, il se transforme en une masse cristalline renfermant $21^{gr},25$ de gaz unis à 100 grammes de sel et correspondant, par conséquent, à la formule $AzH^4O, AzO^5 + AzH^3$.

» Ce nouveau nitrate ammoniacal, qui est solide, se dissocie à son tour si l'on continue à chauffer, et à 80 degrés il laisse un résidu de nitrate d'ammoniaque pur.

» Voici, du reste, exactement les quantités d'ammoniaque absorbées par 100 grammes de nitrate d'ammoniaque, sous la pression 760, et à différentes températures :

Températures.	Gaz absorbé.	État du produit.
— 10°	42gr,50	liquide.
0	35,00	liquide.
+ 12	33,00	liquide.
18	31,50	liquide.
28	23,25	liquide.
29	20,90	solide.
30,5	17,50	solide.
40,5	6,00	solide.
79,0	0,50	solide.

» Ces nitrates ammoniacaux sont, comme on le voit, analogues aux chlorures ammoniacaux et, comme eux, ils se dissocient aisément.

» Une solution aqueuse d'ammoniaque dissout beaucoup plus de nitrate d'ammoniaque que l'eau pure. Le pouvoir absorbant du sel pour le gaz n'est donc pas diminué par la présence de l'eau; au contraire, une solution de nitrate d'ammoniaque dans l'eau absorbe un peu plus de gaz ammoniac que l'eau et le sel qu'elle renferme ne le feraient s'ils étaient séparés. Aux températures comprises entre zéro et + 20 degrés, le coefficient de solubilité de ce gaz est le même dans l'eau et dans la solution saline, et, chose non moins remarquable, la chaleur due à l'absorption de 1 gramme de gaz ammoniac par l'un ou l'autre liquide est la même aussi, à un centième près.

» Le nitrate d'ammoniaque ammoniacal *liquide* et *anhydre*, préparé et conservé autant que possible à basse température, constitue un réactif et un dissolvant nouveau, d'un prix peu élevé et d'une manipulation facile. On peut s'en servir pour préparer rapidement le gaz ammoniac pur et sec; il suffit pour cela de le chauffer un peu. On peut s'en servir aussi, en guise de chlorure d'argent ammoniacal, pour liquéfier le gaz ammoniac dans le tube de Faraday; il fournit en effet le tiers de son volume d'ammoniaque liquide, pourvu seulement que l'une des branches du tube soit maintenue à 100 degrés et l'autre à zéro. Sa décomposition n'est cependant pas complète dans ces conditions; il renferme encore près de 1 équivalent d'ammoniaque uni à 1 équivalent de sel, et, par le refroidissement, il se prend en masse cristalline blanche.

» La fusion spontanée du nitrate d'ammoniaque dans un courant de gaz ammoniac et la liquéfaction de ce gaz, au moyen du produit obtenu, sont des expériences de cours. »

PHYSIQUE. — *Remarques sur quelques particularités observées dans des recherches d'analyse spectrale;* par M. Lecoq de Boisbaudran.

« 1° Dans l'examen spectral d'une solution au moyen de l'étincelle d'induction, on sait que le fil de platine extérieur doit être positif et la solution négative. Lorsque l'étincelle éclate entre deux fragments métalliques, on obtient le plus souvent les raies principalement ou exclusivement au pôle négatif; mais j'ai quelquefois observé le fait contraire, qui est très-marqué avec l'aluminium métallique, dont le spectre, très-beau au pôle positif, est nul ou faible au pôle négatif.

» 2° Certaines solutions ($AzAgO^6$, par exemple) ne donnent (1) parfois que le spectre de l'air, même lorsqu'elles sont négatives. On évite cet accident en mouillant le fil de platine extérieur avec la solution : une fois l'étincelle ainsi *amorcée*, le spectre métallique persiste.

» 3° La présence de molécules métalliques dans l'espace interpolaire affaiblit le spectre de l'air. J'ai même cru remarquer que cette influence s'exerce principalement dans la partie du spectre de l'air voisine des raies métalliques obtenues; comme si ces dernières absorbaient plus particulièrement pour leur formation les forces qui auraient communiqué aux molécules de l'air les mouvements producteurs des raies voisines affaiblies. C'est l'explication que je suis tenté de proposer pour le fait que les bandes violettes de l'azote sont plus développées dans le spectre du sulfate de soude que dans celui du sulfate de potasse (2), ce dernier spectre possédant des raies violettes qui semblent remplacer en grande partie les bandes de l'azote.

» 4° On peut approcher davantage le fil extérieur de la solution lorsque celle-ci est positive que lorsqu'elle est négative, car le liquide tend, dans ce dernier cas, à se mettre en contact avec le fil : d'où cessation de l'étincelle. Quand le fil extérieur est chargé de dépôts peu conducteurs, le courant éprouve plus de difficulté à se transmettre dans le sens normal (fil positif) qu'en sens inverse.

» 5° La projection du liquide en gouttelettes, *sa pulvérisation*, croît très-rapidement avec la longueur de l'étincelle; elle varie considérablement avec la nature du liquide; ainsi, bien que généralement assez faible

(1) Pendant quelques instants du moins, car l'étincelle finit ordinairement par s'amorcer d'elle-même.

(2) Obtenu en tirant l'étincelle sur le sel fondu au rouge.

avec les chlorures métalliques, elle atteint des proportions très-gênantes avec les chlorures d'étain et de bismuth concentrés; elle est très-faible pour le sulfate et le carbonate de potasse fondus au rouge, tandis que le nitre en fusion est tellement dispersé que l'étude de son spectre en est rendue difficile.

» 6° La dilution des liqueurs influe sur les intensités relatives des raies. Il y a lieu de distinguer deux cas : A. Le spectre de la solution concentrée est complexe et contient, par exemple, les raies du chlorure, du métal et de l'oxyde, comme cela se voit avec $CaCl^2$, $BaCl^2$, $CuCl^2$, etc. La dilution diminue alors l'intensité des raies propres au chlorure et renforce le spectre de l'oxyde. En ajoutant de l'acide chlorhydrique au lieu d'eau, on produirait l'effet inverse. B. Le spectre de la solution concentrée parait être simple : sels alcalins, $ZnCl^2$, $CdCl^2$, etc. On observe encore ici des variations quelquefois notables dans l'intensité relative des raies; mais je n'ai pas réussi à formuler une règle qui permette d'en prévoir le sens. Je citerai : le chlorure de lithium, qui donne la raie orangée plus forte que le rouge quand la solution est concentrée, tandis que la raie rouge l'emporte de beaucoup sur l'orangée après suffisante addition d'eau; le chlorure de zinc, dont la raie rouge β 636,1 devient plus faible que les raies bleues γ 472,1 et δ 468,1, par la dilution de la liqueur; enfin la raie rouge γ 643,8 du chlorure de cadmium est plus faible que la bleue δ 467,7, quand la solution est étendue.

» 7° Lorsque, après une longue calcination dans la flamme du gaz (1), il ne reste sur le fil de platine que des traces de matière, ce ne sont pas toujours les raies primitivement les plus brillantes qui se maintiennent les dernières; ainsi, avec une *trace* de baryte, les bandes du vert bleu sont beaucoup plus visibles que celles de l'orangé et du jaune, contrairement à ce qui se voit lorsque la matière est plus abondante.

» 8° A moins d'employer de puissantes étincelles, dont l'usage est peu pratique, plusieurs métaux, tels que Pl, Pd et même Ag, Cu, etc., ne donnent pas de raies lorsqu'ils sont à l'état compacte, mais fournissent de beaux spectres dès qu'ils sont très-divisés. Dans certains cas, il me parait avantageux d'allier les métaux à étudier avec du plomb *pur*, sur lequel on fait ensuite jaillir l'étincelle. Il est facile de faire la part des raies du plomb.

(1) Je ne parle pas ici du cas où la substance change de nature par la calcination, comme $BaCl^2$, qui donne d'abord les raies propres à ce composé, mais finit par ne plus fournir que celles de BaO.

J'ai surtout employé l'alliage avec le plomb dans le cas de la recherche de traces des métaux réductibles par le zinc (ou par un courant voltaïque). J'ajoute à la solution acide un sel de plomb *pur*, et, après réduction, je fonds le métal spongieux *avec précaution*. Il faut avoir soin de prolonger le contact avec le zinc lorsqu'on cherche le thallium et l'indium, car ces deux métaux se précipitent les derniers; le cuivre, au contraire, se concentre dans les premiers dépôts. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation et propriétés de l'acide oxymaléique.* Note de M. E. **Bourgoin**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai obtenu un acide organique nouveau, l'acide oxymaléique, qui diffère de l'acide maléique par 2 équivalents d'oxygène, et de l'acide malique par 2 équivalents d'hydrogène :

Acide maléique....................	$C^8H^4O^8$
» oxymaléique....................	$C^8H^4O^{10}$
» malique....................	$C^8H^6O^{10}$

» Pour obtenir cet acide, on prépare du monobromomaléate de baryum, sel obtenu par M. Kekulé en chauffant à l'ébullition une dissolution de bibromosuccinate de baryum,

$$C^8H^2Ba^2Br^2O^8 = BaBr + C^8H^2BaBrO^8.$$

» On précipite la baryte par l'acide sulfurique, on sature l'acide monobromaléique ainsi obtenu par une solution étendue de potasse caustique : la dissolution du sel neutre est simplement agitée à froid avec de l'oxyde d'argent bien lavé et récemment préparé; tout le brome est séparé à l'état de bromure d'argent, ce qui donne de l'oxymaléate de potasse,

$$C^8HBrK^2O^8 + AgO.HO = AgBr + C^8H^2K^2O^{10}.$$

» Le liquide filtré est parfaitement limpide et ne renferme pas trace d'argent en dissolution : on le précipite par l'acétate de plomb; l'oxymaléate de plomb, après lavage, est décomposé par l'acide sulfhydrique. On évapore, on reprend par l'éther qui abandonne l'acide sous forme de fins cristaux allongés, groupés en étoiles.

» L'analyse de l'oxymaléate d'argent a donné les résultats suivants :

1° Matière..............	0,074	0,140	0,247
Après calcination....	$Ag^2 = 0,046$	0,0865	0,154
Théorie..............	$Ag^2 = 0,0462$	0,0873	0,154

Analyse par combustion :

2° Matière, 0,688; eau, 0,054; acide carbonique, 0,350.

3° Combustion faite spécialement en vue de déterminer l'hydrogène :

Matière, 0,440; eau, 0,025.

On a donc :

	I.	II.	III.	Théorie. $C^8H^2Ag^2O^{10}$.
C^8..........	»	13,87	»	13,87
H^2..........	»	0,87	0,63	0,58
Ag^2..........	62,43	»	»	62,43
O^{10}..........	»	»	»	23,12
				100,00

L'acide oxymaléique est solide, blanc, d'une saveur franchement acide qui rappelle celle de l'acide malique.

» Il est très-soluble dans l'eau, qui l'abandonne par évaporation sous forme de longues aiguilles penniformes très-déliées. Il est également soluble dans l'alcool et dans l'éther; il se sépare de ce dernier véhicule sous forme de cristaux allongés, groupés en étoiles.

» L'acide oxymaléique est bibasique. Sa solution aqueuse, saturée par de l'eau de baryte, reste limpide et fournit à l'analyse les résultats suivants :

Acide..	0,267,
Saturé par............	117 div. de baryte.

D'autre part, 0,494 (SO^3HO) exigeant pour la saturation 292 div. de baryte, on déduit, pour l'équivalent,

$$\frac{292 \times 98 \times 0,267}{0,494 \times 117} = 132,2$$

La théorie indique................ 132

» Les sels alcalins sont très-solubles dans l'eau et cristallisables. L'azotate d'argent les précipite en blanc, le précipité étant soluble dans les acides et dans l'ammoniaque.

» L'oxymaléate d'argent est peu stable; car il suffit de le chauffer avec de l'eau pour le décomposer. Lorsqu'on le chauffe à sec, il détone brusquement, en donnant lieu à un abondant dépôt de charbon :

$$C^8H^2Ag^2O^{10} = 2C^2O^4 + H^2O^2 + Ag^2 + C^4.$$

» Cependant en élevant graduellement la température et en opérant sur de faibles quantités de matière, il se boursoufle, devient pâteux, et la décomposition, qui se fait toujours brusquement, peut s'effectuer néanmoins sans projection.

» L'acétate neutre de plomb donne également lieu, avec les oxymaléates solubles, à un abondant précipité d'oxymaléate de plomb, soluble dans l'acide azotique, mais insoluble dans les alcalis et dans l'ammoniaque. Ce sel ne devient pas cristallin et n'est pas sensiblement soluble dans l'eau bouillante, ce qui le distingue nettement du malate de plomb.

» M. Kekulé a décrit plusieurs acides bromomaléiques isomériques. Il est probable, dès lors, qu'il existe plusieurs acides oxymaléiques isomériques. J'ai fait quelques essais sur l'acide isobromosuccinique (1). Cet acide est beaucoup moins stable que l'acide bibromosuccinique; en effet, sa solution aqueuse, même simplement évaporée au bain-marie, perd de l'acide bromhydrique; l'équivalent diminue graduellement et l'on arrive à la formule de l'acide monobromomaléique : en portant alors le liquide à l'ébullition, le second équivalent de brome est éliminé, et l'on obtient un acide organique que je me propose de comparer à l'acide oxymaléique. Ainsi dans la première phase de la décomposition, l'acide isobibromosuccinique se transforme directement en acide bromomaléique,

$$C^8H^4Br^2O^8 - HBr = C^8H^3BrO^8;$$

dans la seconde, il peut se présenter deux cas : élimination d'un second équivalent d'acide bromhydrique avec ou sans substitution des éléments de l'eau. Y a-t-il substitution? on obtiendra un acide qui répond à la formule de l'acide oxymaléique,

$$C^8H^3BrO^8 + H^2O^2 = HBr + C^8H^4O^{10}.$$

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Berthelot, à l'École de Pharmacie de Paris. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés acides de la naphtylamine* (2). Note de M. **D. Tommasi**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« I. *Naphtylacétamide*, $\left.\begin{matrix} C^{10}H^7 \\ H \\ C^2H^3O \end{matrix}\right\}$ Az. — Ce corps, qui représente de l'acétamide, dans laquelle 1 atome d'hydrogène est remplacé par le groupe

(1) Obtenu, comme produit secondaire, dans la préparation de l'acide bibromosuccinique, avec lequel il est isomère. La formation simultanée de ces deux corps dans une même opération a été faite séparément par M. Franchimont et par moi.

(2) Ce travail était déjà achevé lorsque j'ai eu connaissance des expériences de MM. Andreoni et Biedaiman.

naphtyl $C^{10}H^7$, se forme par l'action du chlorure d'acétyle, de l'anhydride acétique, ou de l'acide acétique cristallisable sur la naphtylamine.

$$\text{A}\quad \left.\begin{matrix}(C^2H^3O)'\\ Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}(C^{10}H^7)'\\ H\\ H\end{matrix}\right\}Az = \left.\begin{matrix}H\\ Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}(C^{10}H^7)'\\ H\\ (C^2H^3O)'\end{matrix}\right\}Az,$$

$$\text{B}\quad \left.\begin{matrix}(C^2H^3O)'\\ (C^2H^3O)'\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}(C^{10}H^7)\\ H\\ H\end{matrix}\right\}Az = \left.\begin{matrix}C^2H^3O\\ H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}(C^{10}H^7)'\\ H\\ (C^2H^3O)'\end{matrix}\right\}Az,$$

$$\text{C}\quad \left.\begin{matrix}C^2H^3O\\ H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}(C^{10}H^7)\\ H\\ H\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}H\\ H\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}(C^{10}H^7)'\\ H\\ (C^2H^3O)'\end{matrix}\right\}Az.$$

» Parmi les différentes préparations que je viens d'indiquer, la plus avantageuse est celle qui consiste à faire réagir l'acide acétique cristallisable sur la naphtylamine. Voici comment l'on opère :

» Dans un appareil à reflux, on introduit 1 partie de naphtylamine et 4 parties d'acide acétique cristallisable, que l'on chauffe à l'ébullition pendant cinq à six heures. On verse ensuite le contenu du ballon dans de l'eau froide, qui précipite immédiatement toute la naphtylacétamide. On recueille le précipité sur un filtre, on le lave, on le dissout dans l'alcool bouillant et on le laisse cristalliser. Deux cristallisations suffisent pour rendre ce produit parfaitement pur.

» La naphtylacétamide se présente sous forme d'aiguilles blanches, soyeuses, fusibles à 152 degrés, et qui se subliment en légers flocons d'un blanc de neige à partir de 160 degrés. La naphtylacétamide est insoluble dans l'eau froide, peu soluble dans l'eau bouillante, très-soluble dans l'alcool, l'acide sulfurique étendu, l'acide chlorhydrique, l'acide acétique, etc. Exposée au contact de l'air humide, la naphtylacétamide ne se colore pas. Si l'on fait un mélange de naphtylacétamide et d'acide nitrique concentré, et que l'on chauffe, la dissolution de la naphtylacétamide est complète au bout de quelques minutes; si l'on ajoute alors de l'eau, il se précipite une masse jaune soluble dans l'alcool bouillant, d'où elle se dépose, par le refroidissement, sous forme de plaques d'un rouge brun. Ce composé n'est pas pur, il constitue un mélange de plusieurs dérivés nitrés que je n'ai pas encore pu séparer les uns des autres. La naphtylacétamide, traitée par un mélange de bichromate de potassium et d'acide sulfurique, ne se colore pas. Il en est de même lorsqu'on la traite par le chlorure de chaux.

» L'analyse de ce composé a fourni les nombres suivants :

Carbone.............	77,83	77,48	77,82
Hydrogène...........	5,94	6,02	6,21
Azote...............	7,56	7,30	7,52
Oxygène.............	8,67	»	»

» II. *Naphtylchloracétamide*, $\left.\begin{matrix}(C^{10}H^{7})' \\ H \\ (C^{2}H^{2}ClO)'\end{matrix}\right\}Az.$ — Cette substance, qui diffère de la précédente par la substitution de 1 atome de chloracétyle C^2H^2ClO à 1 atome d'acétyle, se prépare comme la chloracétylurée, la phénylchloracétamide, etc. (1), en faisant réagir le chlorure de chloracétyle sur la naphtylamine. Pour 1 molécule de naphtylamine, on emploie 2 à 3 molécules de chlorure d'acétyle chloré; l'excès de chlorure n'a d'autre but que celui d'empêcher la masse de se solidifier avant que la réaction soit terminée.

» La naphtylchloracétamide prend naissance en vertu de l'équation suivante :

$$\left.\begin{matrix}(C^{10}H^{7})' \\ H \\ H\end{matrix}\right\}Az + \left.\begin{matrix}(C^{2}H^{2}ClO)' \\ Cl\end{matrix}\right\} = \left.\begin{matrix}H \\ Cl\end{matrix}\right\} + \left.\begin{matrix}(C^{10}H^{7}) \\ H \\ (C^{2}H^{2}ClO)'\end{matrix}\right\}Az.$$

» Il est fort probable que la naphtylchloracétamide se produirait aussi par l'action de l'acide monochloracétique sur la naphthylamine.

» La naphtylchloracétamide se dépose du sein de l'alcool bouillant en aiguilles soyeuses, incolores, inaltérables à la lumière, fusibles et sublimables à 161 degrés; insolubles dans l'eau, solubles à chaud dans l'alcool, l'acide acétique, etc.

» Le chlorure de chaux ne donne aucune coloration avec la naphtylchloracétamide; il en est de même d'un mélange de bichromate de potassium et d'acide sulfurique.

» L'analyse de la naphtylchloracétamide a donné les résultats suivants :

Carbone.............	65,60	65,42	65,22
Hydrogène...........	4,55	4,95	4,98
Azote...............	6,37	6,41	»
Chlore..............	16,17	16,38	16,31
Oxygène.............	7,31	»	»

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Schützenberger. »

(1) *Comptes rendus*, séance du 7 avril 1873.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les divers chlorures de propylène;* Note de M. E. REBOUL, présentée par M. Balard.

« La théorie indique comme possibles quatre chlorures de propylène ou dérivés bichlorés du carbure saturé $CH^3-CH^2-CH^3$ (hydrure de propyle); ce sont les composés

(1) $CH^2Cl-CH^2-CH^2Cl$,	(2) $CH^3-CHCl-CH^2Cl$,	(3) $CH^3-CCl^2-CH^3$,	(4) $CH^3-CH^2-CHCl^2$.
Chlorure de propylène normal.	Chlorure de propylène ordinaire.	Méthylchloracétol ou dichlorhydrate d'allylène.	Chloropropylol.

» Les chlorures (2) et (3) sont seuls connus; l'objet de la présente Note est de faire connaître les deux autres. L'indication des procédés qui permettent de les obtenir montrera jusqu'à quel point l'expérience vient confirmer les prévisions de la théorie.

« I. *Chlorure de propylène normal,* $CH^2Cl-CH^2-CH^2Cl$. — C'est le véritable homologue du chlorure d'éthylène, CH^2Cl-CH^2Cl, ou liqueur des Hollandais. J'ai d'abord songé à me le procurer par la fixation directe de l'acide chlorhydrique sur le chlorure d'allyle, $CH^2-CH-CH^2Cl$, de laquelle peut résulter soit le chlorure de propylène ordinaire, $CH^3-CHCl-CH^2Cl$, soit le chlorure de propylène normal, $CH^2Cl-CH^2-CH^2Cl$, soit tous les deux à la fois.

» L'expérience montre que c'est le premier cas qui se réalise : lorsqu'on chauffe pendant dix-huit heures, à 100 degrés en tubes clos, du chlorure d'allyle avec de l'acide chlorhydrique très-concentré, si l'on sépare la couche supérieure colorée en violet noirâtre et si, après l'avoir lavée et séchée, on la distille, tout passe avant 100 degrés. La distillation fractionnée résout aisément ce liquide en chlorure d'allyle inaltéré, bouillant à 45 degrés, qui en forme la majeure partie, et en chlorure de propylène ordinaire, bouillant vers 97 degrés.

» Comme je l'ai déjà dit dans une Communication adressée à l'Académie au commencement de l'année dernière, les choses se passent tout autrement avec le bromure d'allyle et l'acide bromhydrique : il se forme à la fois du bromure de propylène ordinaire, bouillant à 143 degrés, et du bromure de propylène normal, bouillant à 162-163 degrés, que M. Géromont trouvait de son côté, en s'appuyant sur mes recherches, relatives à l'action des hydracides sur les dérivés monobromés des carbures diatomiques. Les meilleures conditions pour obtenir un bon rendement en bromure normal sont de chauffer à 100 degrés en vases clos, pendant une dizaine de minutes

seulement, le bromure d'allyle avec un excès d'une solution, aussi concentrée que possible, d'acide bromhydrique.

» Il est facile de transformer le bromure de propylène normal, $CH^2Br-CH^2-CH^2Br$, en chlorure, au moyen du bichlorure de mercure, signalé par MM. Friedel et Silva comme un composé se prêtant facilement à la substitution du chlore au brome. Huit à dix heures d'ébullition dans un appareil à reflux du bromure normal (162-163 degrés) avec un excès de sublimé sont loin d'être suffisantes pour sa transformation complète en chlorure; mais, si l'on chauffe en tubes clos à 160 degrés pendant quinze heures, le but est atteint : à l'ouverture du tube, à peine y a-t-il quelques fumées d'acide chlorhydrique; on distille au bain d'huile et l'on rectifie le liquide distillé.

» Le chlorure de propylène normal est un liquide d'une odeur suave, ressemblant à celle de la liqueur des Hollandais, bouillant à la température de 117 degrés, c'est-à-dire 20 degrés plus haut que le chlorure ordinaire. C'est la même différence que celle qui existe entre les points d'ébullition, 163 degrés et 143 degrés, des corps bromés correspondants. Sa densité à 15 degrés est 1,201. La potasse alcoolique lui enlève, à chaud, d'abord HCl, et le change en chlorure d'allyle, $CH^2-CH-CH^2Cl$, qui est ultérieurement transformé en éther éthylallylique, $CH^2-CH-CH^2-(OC^2H^5)$ (*).

» II. En ce qui concerne les chlorures (2) et (3), qui sont connus, je n'ai point à rappeler les diverses conditions dans lesquelles ils se forment. Je ne dirai qu'un mot relativement au méthylchloracétol, obtenu par M. Friedel en faisant agir le perchlorure de phosphore sur l'acétone $CH^3-CO-CH^3$. J'ai déjà annoncé que le même chlorure se produisait par l'union directe de l'acide chlorhydrique avec l'allylène (**); l'identité des deux composés, basée sur le point d'ébullition 70 degrés, qui est le même pour tous deux, et sur l'identité des deux propylènes chlorés CH^3-CCl-CH^2 (monochlorhydrate d'allylène), qu'ils donnent par la potasse alcoolique, est mise hors de doute par le dédoublement suivant, que j'ai réalisé depuis : tous deux, par le benzoate d'argent, en présence de l'éther soigneusement dépouillé d'alcool et d'eau, fournissent les mêmes cristaux du benzoate $CH^3-C(C^7H^5O)^2-CH^3$, décrit par M. Oppenheim.

» III. *Chloropropylol*, $CH^3-CH^2-CHCl^2$. — On sait que, en agissant sur

---

(*) 0,530 du chlorure (117 degrés) ont donné 1gr,341 de chlorure d'argent; d'où Cl = 62,6. La formule exige Cl = 62,8.

(**) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 669.

les aldéhydes, le perchlorure de phosphore y remplace O par Cl^2, en passant lui-même à l'état d'oxychlorure de phosphore. L'aldéhyde isopropylique ou acétone, $CH^3-CO-CH^3$, donne ainsi le méthylchloracétol, $CH^3-CCl^2-CH^3$, ou dichlorhydrate d'allyline. On pouvait donc s'attendre à voir le perchlorure de phosphore transformer l'aldéhyde propylique, CH^3-CH^2-CHO, en un isométhylchloracétol, $CH^3-CH^2-CHCl^2$, qui serait l'isomère cherché, que je désigne sous le nom de *chloropropylol*.

» C'est, en effet, ce qui a lieu. Grâce à l'obligeance de M. Is. Pierre, j'ai pu avoir quelques grammes d'aldéhyde propylique très-pure, bouillant de 46 à 47 degrés. On introduit l'aldéhyde, goutte à goutte, dans la fiole contenant le perchlorure de phosphore en léger excès; la réaction est très-vive, et, quand tout le liquide a été introduit, on remet dans la fiole ce qui a passé à la distillation, puis on distille jusqu'à siccité. Le liquide, condensé, débarrassé par l'eau froide de l'oxychlorure de phosphore, est lavé avec une solution de potasse, séché et soumis à la distillation fractionnée. Il se résout en grande partie en un corps distillant de 84 à 87 degrés, d'une odeur qui tient à la fois de celle du poireau et de celle de l'oignon, et qui est le nouvel isomère (*). C'est le véritable homologue du chlorure d'éthyle chloré, CH^3-CHCl^2, qui bout à 58 degrés, et qui prend naissance, comme lui, par l'action du perchlorure de phosphore sur l'aldéhyde correspondante, de même que le chlorure de propylène normal est le véritable homologue du chlorure d'éthylène; les deux autres (2) et (3), les seuls qui fussent connus jusqu'ici, n'ont pas et ne peuvent pas avoir de termes correspondants dans la série de l'hydrure d'éthyle.

» Dans la série des bromures de propylène isomériques formée de quatre termes, dont la composition est calquée sur celle des chlorures, les corps qui correspondent à (1), (2) et (3) sont connus; le quatrième, le bromopropylol, $CH^3-CH^2-CHBr^2$, se formerait, sans aucun doute, par le perbromure de phosphore et l'aldéhyde propylique, et doit bouillir vers 130 degrés. Je n'ai malheureusement pas eu assez d'aldéhyde propylique à ma disposition pour faire l'expérience.

» Enfin, pour les chlorobromures de propylène, la théorie en fait prévoir cinq : trois qui correspondent aux termes (1), (3) et (4), et deux qui correspondent au terme (2), savoir : les bromures $CH^3-CHBr-CH^2Cl$ et $CH^3-CHCl-CH^2Br$. J'y reviendrai prochainement. »

(*) 0,486 du chlorure bouillant de 84 à 87 degrés ont donné 1,230 chlorure d'argent : d'où $Cl = 62,6$. La formule exige $Cl = 62,8$.

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *Classification des bandes d'absorption de la chlorophylle; raies accidentelles.* Note de M. J. CHAUTARD. (Extrait.)

« Les diverses bandes d'absorption du spectre de la chlorophylle connues jusqu'à présent peuvent se partager en trois catégories distinctes :

» La première comprend simplement la bande du rouge moyen, comprise entre les raies B et C de Fraünhofer, que j'appelle *bande spécifique* (1).

» Dans une seconde catégorie, je rangerai toutes les autres bandes d'absorption, quel qu'en soit le nombre, signalées dans le spectre de solutions chlorophyllées récentes ou anciennes, neutres, acides ou alcalines. Je les désigne sous le nom de *bandes surnuméraires* (2). La plus remarquable est celle qui résulte du dédoublement de la bande spécifique du rouge sous l'influence des alcalis. Quant aux bandes reconnues dans les autres couleurs, elles peuvent être modifiées par tant de causes différentes, que leur étude ne saurait conduire aux mêmes résultats.

» Enfin une troisième et nouvelle catégorie comprendra des bandes que je nomme *accidentelles*, n'ayant pas le caractère de permanence des premières et se produisant dans des conditions spéciales. Il s'agit encore d'un dédoublement de la raie spécifique du rouge, produit ici non plus par un alcali, mais par un acide. Or, tandis que, dans le premier cas, la bande surnuméraire apparait du côté de l'orangé, vers la raie C, ici la bande se montre dans la portion *la moins réfrangible*, presque à la naissance du rouge, vers A (3).

» Les expériences réussissent parfaitement, dans la saison actuelle, avec

(1) *Comptes rendus*, 1873, t. LXXVI, p. 103 et 570.

(2) F. KRAUS, *Zur Kenntniss der Chlorophyllfarbstoffe, etc.*, broch., 1872, et *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1836, 30 décembre 1872.

(3) Pour l'apercevoir nettement, il faut non-seulement une scrupuleuse vigilance dans l'observation (attendu que le phénomène ne dure parfois que dix à quinze minutes), mais encore la réunion de quelques autres conditions, telles que : un prisme d'une dispersion suffisante (l'appareil de M. Duboscq réglé comme je l'ai indiqué; pour mieux préciser encore cette condition expérimentale, j'ai pris pour point de repère la raie du sodium et celle du thallium : la première étant amenée au n° 40, la seconde apparait entre 59 et 60 dans mon appareil); un éclairage approprié (une bonne lampe dont les rayons sont concentrés sur l'ouverture du spectroscope à l'aide d'une lentille); un réglage convenable de la fente (selon sa grandeur, en effet, on peut non-seulement masquer plus ou moins les

les feuilles de récente formation (orties, lilas, vigne, marronnier d'Inde, lierre, betterave, etc.); aussi serais-je heureux d'avoir attiré l'attention sur elles et de savoir qu'elles ont été contrôlées. Je vais essayer de résumer les particularités les plus essentielles de mes observations en prenant pour type la solution alcoolique de feuilles jeunes et fraîches d'ortie (1).

« Les feuilles sont contusées rapidement dans un mortier et arrosées avec de l'alcool ordinaire du commerce à 36 degrés; on exprime avec les doigts, et l'on filtre. La teinture verte qui en résulte donne les quatre bandes, dégradées du rouge au vert, de la chlorophylle fraîche. La bande noire spécifique apparaît de 20 à 24 degrés. Cela étant, on ajoute avec une baguette une goutte d'acide chlorhydrique; aussitôt la bande noire du rouge se transporte latéralement vers 15 degrés, en même temps que la limite du rouge se recule dans la même proportion. La liqueur jaunit et se trouble légèrement. Cette bande, fortement élargie, est en réalité composée de deux raies distinctes, qu'on parvient à séparer soit en étendant légèrement la liqueur avec de l'alcool, soit, et plus sûrement, en diminuant l'épaisseur de la solution. L'une de ces bandes apparaît à la place ordinaire, de 20 à 22 degrés : c'est la raie spécifique. La seconde, *accidentelle* (double elle-même quelquefois), se montre vers 15 degrés, précédée et suivie d'une teinte rouge très-franche. Dans le reste du spectre, les couleurs sont légèrement assombries; ce n'est que plus tard (l'intervalle de temps varie d'une demi-heure à un jour) que se dessinent, à leur place ordinaire, les bandes surnuméraires de la chlorophylle altérée, en même temps que la bande accidentelle du rouge extrême s'éteint graduellement dans l'ombre qui limite le spectre de ce côté.

» L'addition de l'alcool doit être faite avec réserve, car il pourrait arriver qu'en étendant trop la liqueur, loin de séparer la bande accidentelle, on l'empêchât de se montrer, et cela en dépassant l'état éphémère auquel elle doit son origine.

» La génération de cette bande accidentelle offre de nombreuses variétés; ainsi il pourrait se faire que la bande primitive du rouge n'éprouvât de modifications, ni dans sa position, ni dans son étendue, mais que l'on vît la limite du rouge se reculer et de là surgir en même temps une raie sombre très-fine, suivie bientôt d'une seconde, lesquelles finiraient par se réunir en une seule bande épaisse, foncée, qui acquiert la même largeur et la même teinte que la première, mais qui ne tarde pas non plus à disparaître dans l'extrémité obscure de l'image spectrale.

» Comme détail important, j'ajouterai que si les feuilles, exprimées une première fois, sont reprises par l'alcool, on obtient une nouvelle teinture douée d'une moins grande sensibilité que la première. Cette impressionnabilité de la solution diminue également après quelques jours de préparation. Les feuilles anciennes, mais non altérées, se prêtent moins

---

teintes, mais encore provoquer un déplacement notable ou même la disparition des bandes); enfin un degré convenable de concentration ou d'épaisseur de la solution.

(1) On peut mettre ces solutions dans de petites fioles, dites *cols droits*, de 10 à 15 centimetres cubes de capacité, ou mieux employer de petits flacons rectangulaires, à parois parallèles, fabriqués, sur mes indications, par la cristallerie de Baccarat.

bien que les jeunes aux phénomènes qui viennent d'être indiqués et qui semblent tenir à un état particulier de la chlorophylle au moment de sa formation, à une stabilité moins complète de ses éléments.

» Lorsqu'on filtre la solution au moment où les deux bandes sont vues nettement dans le rouge, il y a disparition de la raie accidentelle dans la liqueur limpide qui ne donne plus que la bande spécifique, ainsi que les bandes surnuméraires de la portion la plus réfrangible du spectre. Si, par le repos, la solution s'éclaircit, il y a même disparition de la bande accidentelle, et on la fait momentanément reparaître par l'agitation.

» La matière colorante qui accompagne la chlorophylle dans certaines plantes, les betteraves rouges par exemple, peut masquer quelques-unes des raies surnuméraires de la chlorophylle, mais la bande spécifique du rouge apparaît toujours, ainsi que la bande accidentelle dans les conditions qui viennent d'être indiquées.

» Les résultats précédents sont obtenus (et cela naturellement à cause de l'acidité de la plante) avec les feuilles d'oseille; mais ce qui est plus curieux, c'est que la raie accidentelle, après avoir atteint la même intensité que la bande spécifique, se fonce de plus en plus, en même temps que celle-ci s'affaiblit; si bien qu'au bout d'une heure cette dernière a quelquefois complètement disparu et qu'il ne reste plus qu'une seule bande d'absorption, de 2 ou 3 degrés de largeur, ayant son centre vers 15 degrés. Afin de se rendre compte de tous les détails du phénomène, il est souvent nécessaire, vu la faible coloration de la liqueur, de faire usage d'une cuve de 8 à 10 centimètres d'épaisseur.

» Plusieurs autres plantes, notamment le choux rouge et le mille-pertuis, peuvent offrir des bandes accidentelles ou permanentes, d'une nature particulière, sur lesquelles je me propose d'appeler prochainement l'attention de l'Académie. »

NAVIGATION. — *Observations relatives à la méthode de régulation des compas précédemment décrite;* par M. Caspari.

« Depuis la présentation de mon Mémoire relatif à la *Régulation des compas* (p. 1197), j'ai appris qu'un des cas traités par moi se trouvait résolu, par une méthode un peu différente, dans un ouvrage récent de M. Fournier: c'est le cas de la régulation des compas sans relèvements, en gouvernant à trois caps cardinaux. Dans la crainte que cette coïncidence ne donne lieu à quelques réclamations, je crois devoir faire remarquer que mon Mémoire avait été communiqué, dès le 7 avril, à divers Membres de l'Académie, qui m'ont engagé à en faire l'objet d'une Communication; or l'ouvrage de

M. Fournier, autant que je puis savoir, a paru dans les premiers jours de mai.

» Il reste d'ailleurs toujours, de mon Mémoire, la méthode que j'ai employée, et surtout la solution du problème dans le cas le plus intéressant, celui où, n'ayant pas de point de repère, mais ayant déterminé les constantes initiales au départ, on veut régler les compas en gouvernant seulement à *deux* caps cardinaux adjacents. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence que les modifications dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie.* 10e Note de M. P. Bert, présentée par M. Claude Bernard.

« En étudiant, dans une de mes premières Communications, les conditions de la mort d'animaux maintenus en vases clos sous l'influence de pressions différentes de la pression normale, j'ai fait voir que, pour les pressions comprises entre 2 et 10 atmosphères, la mort arrive par suite d'un empoisonnement dû à l'acide carbonique qu'a produit l'animal lui-même. Il ne m'a pas semblé sans intérêt d'étudier avec soin ces faits au point de vue des doses et des phénomènes toxiques, et ce sont les résultats de cette étude que je soumets aujourd'hui à l'Académie.

» Je rappelle d'abord que, pour les moineaux placés dans les conditions que je viens d'indiquer, la loi est la suivante : l'animal meurt lorsque la proportion centésimale de l'acide carbonique de l'air ambiant est telle que, multipliée par le nombre des atmosphères, elle donne un produit qui varie de vingt-quatre à vingt-huit. C'est ce même chiffre que l'on trouve lorsqu'on laisse périr un moineau à la pression normale dans une atmosphère assez riche en oxygène pour que l'animal en ait toujours assez à sa disposition, et la mort, dans cette circonstance, a lieu avec les mêmes symptômes et pour la même cause que dans l'air comprimé.

» J'ai donc été autorisé, devant mettre en expérience des chiens afin de faire l'analyse des gaz du sang aux divers moments de l'expérience, à substituer l'atmosphère suroxygénée à l'air comprimé. Pour cela, je force l'animal à respirer dans un sac de caoutchouc contenant environ 50 litres d'air suroxygéné. La mort survient en quatre ou cinq heures, et l'on voit alors que l'air du sac contient de 35 à 45 pour 100 d'acide carbonique.

» Les phénomènes présentés par l'animal sont les suivants :

» 1° Le sang artériel demeure très-riche en oxygène jusqu'à la mort; à ce moment il en contient encore de 10 à 12 volumes pour 100 volumes de sang. L'acide carbonique augmente, mais de moins en moins rapidement; quelques instants avant la cessation des mouvements respiratoires, il

arrive à la proportion énorme de 110 à 120 volumes, limite voisine de la saturation, qui me paraît comprise entre 130 et 140 volumes.

» 2° Le nombre des respirations diminue assez rapidement, sans que leur amplitude augmente en proportion; vers la fin, elles deviennent très-rares, et je les ai vues ne se présenter qu'une fois toutes les deux ou trois minutes.

» 3° Les pulsations tombent plus vite encore; mais elles persistent pendant plusieurs minutes après que la respiration a cessé. La pression cardiaque se maintient très-élevée pendant tout le temps de l'expérience.

» 4° La température va en s'abaissant avec une rapidité extraordinaire. A la mort, le milieu ambiant étant de 15 à 18 degrés, elle n'est plus, dans le rectum, que de 24 ou 28 degrés.

» 5° Au moment où le sang artériel contient environ 80 volumes d'acide carbonique, l'animal devient complétement insensible, sauf à l'œil, où la sensibilité ne disparaît que vers 100 volumes.

» Il demeure du reste parfaitement calme pendant toute la durée de l'expérience, sans présenter la moindre convulsion; il est même difficile de reconnaître le moment de la mort.

» 6° Après la mort, les nerfs moteurs et les muscles conservent comme à l'ordinaire leurs propriétés.

» 7° Les tissus sont chargés d'acide carbonique. J'en ai la preuve en laissant séjourner pendant vingt-quatre heures, dans une solution de potasse, un certain poids de muscles par exemple, puis en faisant, par la pompe à mercure, en présence d'acide sulfurique, l'extraction de l'acide carbonique contenu dans ce liquide et aussi dans la solution-type. Je trouve ainsi que les muscles, qui d'ordinaire ne contiennent que 15 à 20 volumes de ce gaz, en contiennent jusqu'à 60, et j'en ai vu jusqu'à 100 dans l'urine.

» Le tableau ci-dessous résume les résultats d'une de mes expériences.

Chien pesant 16 kilogrammes; 60 litres d'air suroxygéné, température 13 degrés.

	Au début.	Après 1 heure.	Après 2 heures.	Après 3 heures.	Après 4 heures.	Après 5 heures.	Mort à 5h45m.
Oxygène du sac, pour 100.	82	62,2	51,7	42,5	37,8	34	31,8
CO^2..................	0	15,5	29,7	37,3	41	44	45,7
Oxygène du sang artériel.	22,2	21,8	21,9	22,2	24,5	17	10,2
CO^2..................	44,8	66	83	94,5	100	106	119
Température rectale....	37°,8	36	32,5	31	29,5	28	27
Respirations..........	»	44	39	29	20	8	0
Pulsations............	»	100	89	60	48	28	0
Pression du cœur......		13c à 16	14 à 16		11 à 15	8 à 10	

» Les animaux qui périssent par suite du confinement dans l'air comprimé présentent les mêmes phénomènes. Chez eux aussi la respiration se ralentit notablement, le cœur continue à battre après la mort, la température s'abaisse prodigieusement, la mort survient sans aucune convulsion, après une longue période d'insensibilité, le sang demeure suffisamment riche en oxygène, et se sature presque, ainsi que les tissus, d'acide carbonique.

» Je demande, à ce dernier propos, la permission de citer une expérience caractéristique. 4 moineaux sont placés en vases clos : A, dans l'air à 6 atmosphères; B, dans l'air suroxygéné; C, dans l'air ordinaire; D, dans l'air à $\frac{1}{5}$ atmosphère. L'analyse par la potasse, suivant la méthode ci-dessus décrite, montre que 100 grammes du corps de ces moineaux contenaient : A, 33 centimètres cubes de CO^2; B, 36; C, 17; D, 0. D est mort par simple privation d'oxygène, qui entraîne la sortie de l'acide carbonique du sang; A et B, par empoisonnement carbonique; C, par asphyxie ordinaire.

» Or, dans l'asphyxie ordinaire, l'acide carbonique s'emmagasine un peu dans le sang et les tissus; mais sa proportion dans le sang ne s'élève guère au-dessus de 60 volumes, et elle n'augmente dans les tissus que de 5 à 10 volumes. Son rôle doit donc être extrêmement secondaire.

» En étudiant la composition de l'air confiné et celle des gaz du sang aux divers moments de l'asphyxie ordinaire, j'ai constaté ce fait curieux, que le maximum de la richesse du sang en acide carbonique précède notablement la mort; dans les derniers moments, ce gaz sort du sang, pour se répandre dans l'air extérieur, comme le montre la valeur subitement croissante du nombre qu'on obtient en ajoutant l'acide carbonique produit à l'oxygène consommé. Exemple :

Chien respirant air ordinaire dans un ballon de caoutchouc.

	Au début.	Après 30 minutes.	Après 1 heure.	Après 1h20m.	Après 1h45m.	Mort à 2 heures.
Acide carbonique du sang.....	45	50	60	62	55	52
$CO^2 + O$..................	20,9	19,5	17,5	14,4	17	17

» Revenant maintenant à l'empoisonnement par l'acide carbonique, j'appelle l'attention sur les faits suivants :

» A. L'animal respirant en vase clos, dans des conditions où l'oxygène

ne lui fera pas défaut, la tension croissante de l'acide carbonique dans l'air maintient une proportion croissante du même gaz dans le sang, de telle sorte que l'acide carbonique, produit dans la profondeur des tissus, reste de plus en plus dans ces tissus; l'organisme s'en sature presque. Il agit alors tout particulièrement sur les centres nerveux et amène la mort par cessation des mouvements respiratoires.

» B. Aucune agitation, aucun mouvement convulsif ne précède la mort. Rien ne prouve mieux l'erreur de la théorie soutenue par beaucoup de physiologistes, d'après laquelle les convulsions générales ou locales de l'asphyxie, de l'hémorrhagie, etc., seraient dues à l'acide carbonique, maintenu en excès dans le sang ou les tissus. Ces convulsions sont la conséquence de la privation brusque d'oxygène pour la moelle épinière.

» C. L'abaissement rapide de la température me paraît mériter une attention particulière. Lorsqu'on examine la courbe qui exprime l'absorption de l'oxygène extérieur, on voit que, pendant les premières heures, elle indique une absorption normale et régulière d'oxygène, et cependant la température diminue. Ainsi, malgré l'entrée dans le sang d'une grande quantité d'oxygène, les oxydations intra-organiques qui fournissent la chaleur diminuent d'intensité au fur et à mesure que le sang et les tissus se chargent d'acide carbonique.

» D. Le cœur, tout en ralentissant d'assez bonne heure ses battements, n'en demeure pas moins l'*ultimum moriens*. Cela n'est pas en contradiction avec l'action bien connue que l'acide carbonique, respiré tout d'un coup, exerce sur le cœur. J'ai montré, dès 1864, que si l'on place deux rats nouveau-nés, l'un dans l'acide carbonique, l'autre dans l'azote, le cœur de ce dernier continue à battre pendant plus d'un quart d'heure, tandis que celui du premier est arrêté en deux ou trois minutes; mais ces conditions sont toutes différentes de celles de mes expériences actuelles. Il s'agit ici d'acide carbonique lentement formé par l'organisme lui-même, et non d'un flot d'acide arrivant tout à coup au sang du cœur gauche.

» E. Cette persistance des battements du cœur, le maintien de la pression cardiaque à une valeur élevée, éloignant toute crainte de syncope, me paraissent mériter d'appeler l'attention des chirurgiens sur l'emploi, comme anesthésique, de l'acide carbonique produit par la respiration de l'oxygène en vase clos. A un moment où il n'y a aucune espèce de danger pour la vie de l'animal, on peut écraser les doigts de celui-ci, lui tailler les

membres sans obtenir signe de douleur ni mouvement réflexe. Cela encouragera peut-être à reprendre, par la méthode nouvelle, les tentatives peu importantes qu'on a déjà faites pour obtenir l'anesthésie générale au moyen de l'acide carbonique. L'état anesthésique ne paraît ici précédé d'aucune période d'excitation; mais il conviendra de faire entrer en ligne de compte l'abaissement considérable de température dont il est accompagné. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Détermination minéralogique des Holosidères du Muséum.* Note de M. St. Meunier, présentée par M. Daubrée.

« En donnant récemment des détails sur le nouvel arrangement de la Collection des Météorites du Muséum, M. Daubrée a annoncé (1) que les *Holosidères*, ou fers proprement dits, n'étaient point encore subdivisés en types d'après leur composition minéralogique.

» Depuis lors, l'étude de ces Holosidères a été complétée.

» Il n'y a pas lieu de décrire de nouveau les procédés qui ont permis de reconnaître et même parfois de séparer à l'état de pureté les divers principes immédiats mélangés dans les fers; on trouvera tous les détails des opérations dans un Mémoire spécial, datant déjà de plusieurs années (2).

» Abstraction faite de certains échantillons mal caractérisés, dont beaucoup sont sans doute altérés, soit par les agents naturels, soit par des traitements métallurgiques auxquels on les a soumis (3), ces fers comprennent onze types que l'on peut définir en quelques lignes d'après leur composition minéralogique.

» C'est ce qu'exprime le tableau suivant :

---

(1) Daubrée, *Note sur le nouvel arrangement de la Collection des Météorites du Muséum d'Histoire naturelle* (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 316; 1873).

(2) Stanislas Meunier, *Recherches sur la composition et la structure des Météorites* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVII, p. 5; 1869).

(3) Ces masses indéterminables sont, au Muséum, au nombre de douze. En voici la liste distribuée d'après l'ordre chronologique de leurs découvertes : 1763, Siratik, Sénégal; 1788, Tucuman, Rio de la Plata; 1802, Bitburg, Prusse; 1811, Bemdego, Brésil; 1811, Durango, Mexique; 1819, Niakornak, Groenland; 1823, Rasgata, Nouvelle-Grenade; 1853, Black Mountains, Caroline du Nord; 1840, Cosby's Creek, Tennessee; 1856, Rivière orange, Afrique australe; 1868, Auburn, États-Unis; (?) localité non indiquée du Brésil; plusieurs de ces fers entreraient peut-être dans des types définis s'ils étaient représentés au Muséum par de meilleurs échantillons.

A. — Holosidères formés d'un seul alliage essentiel.

• 1° *Octibbehite*, formée d'octibbehine ($FeNi^2$) : 1854, Octibbeha County, Mississipi.

• 2° *Tazewellite*, formée de tænite (Fe^6Ni) : 1818, Lockport, New-York; 1854, Tazewell, Tennessee.

• 3° *Nelsonite*, formée de kamacite ($Fe^{14}Ni$) : 1847, Seelasgen, Prusse; 1854, Union County, Géorgie; 1856, Nelson County, Kentucky; 1866, Franklyn County, Kentucky.

• 4° *Braunite*, formée de braunine ($Fe^{16}Ni$) : 1801, Cap de Bonne-Espérance; 1834, Dacotah, États-Unis; 1844, Arva, Hongrie; 1847, Braunau, Bohéme; 1849, Chesterville, Caroline du Sud; 1850, Santa Rosa, Mexique; 1854, Sarepta, Russie; 1866, Localité non indiquée du Chili; 1868, Missouri, États-Unis.

B. — Holosidères formés de deux alliages essentiels.

• 5° *Caillite*, formée de tænite (Fe^6Ni) et de kamacite ($Fe^{14}Ni$) : 1751, Agram, Croatie; 1784, Toluca, Mexique; 1792, Zacatecas, Mexique; 1804, Charcas, Mexique; 1804, Oaxaca, Mexique; 1811, Elbogen, Bohème; 1828, Caille, Alpes maritimes; 1829, Bohumilitz, Bohème; 1839, Ashville, Caroline du Nord; 1850, Ruff's Moutains, Caroline du Sud; 1850, Seneca falls, New-York; 1854, Madoc, Haut-Canada; 1856, Marshall, Kentucky; 1858, Nebraska, États-Unis; 1859, Wayne County, Ohio; 1860, Robertson County, Tennessee; 1863, Russel Gulch, Colorado; 1865, Bonanza, Mexique; 1866, Bear Creek, Colorado; 1866, Rio Juncal, Chili; 1867, San Francisco del Mezquital, Mexique; 1869, Milwankee, États-Unis; 1870. Wisconsin, États-Unis, (?) Deuton County, Texas; (?), Krasnoï-Udinsk.

• 6° *Schwetzite*, formée de kamacite ($Fe^{14}Ni$) et de plessite ($Fe^{10}Ni$): 1854, Witim, Sibérie orientale; 1857, Schwetz, Prusse.

• 7° *Jewellite*, formée de tænite (Fe^6Ni) et de plessite ($Fe^{10}Ni$): 1853, Lion-River, Afrique australe; 1854, Putnam County, Géorgie; 1856, Jewell-Hill, Caroline du Nord; 1860, Oldham County, Kentucky; (?) Prambanan, Java.

• 8° *Campbellite*, formée de tænite (Fe^6Ni) et de campbelline (FeC^4) : 1827; Roxburgshire, Écosse; 1850, Salt River, Kentucky; 1853, Campbell County, Tennessee.

• 9° *Burlingtonite*, formée de tænite (Fe^6Ni) et de braunine ($Fe^{16}Ni$); 1819, Burlington, États-Unis; 1865, Dellys, Algérie.

• 10° *Tuczonite*, formée de tænite (Fe^6Ni) et de fer doux (Fe) auxquels sont associés de très-nombreux grains de péridot, d'ailleurs extrêmement petits : 1846, Tucson, Mexique.

C. — Holosidères formés de trois alliages essentiels.

• 11° *Lenartite*, formée de tænite (Fe^6Ni), de plessite ($Fe^{10}Ni$) et de kamacite ($Fe^{14}Ni$): 1814, Lenarto, Hongrie.

» Il convient de remarquer ici que l'étude purement minéralogique des Holosidères conduit à certaines conséquences, relatives au régime géologique subi par les divers types qui viennent d'être énumérés.

» Au fond, et sauf quelques rares exceptions comme en présentent l'octibbehite, la campbellite et la tuczonite, tous les fers météoriques

donnent sensiblement les mêmes résultats à l'analyse chimique élémentaire; à peu près comme font de leur côté la plupart des roches feldspathiques, en y comprenant les phyllades et même certaines argiles; de sorte que les différences de constitution de ces fers résultent surtout des départs qui se sont opérés dans leur masse, primitivement homogène.

» Sans doute les roches feldspathiques, et bien d'autres encore, conservent les traces de phénomènes du même genre, et le quartz, par exemple, que renferme avec tant de régularité la pegmatite graphique, apparaît comme le produit d'une sorte de liquation, au même titre que la tænite du fer de Caille.

» Cette remarque me semble d'autant plus opportune qu'elle resserre encore les liens entre les roches terrestres et les roches cosmiques et qu'elle fait disparaître la singularité, dont jouissaient seuls en apparence certains Holosidères, d'unir à la structure régulière des minéraux cristallisés la composition complexe des roches proprement dites. »

PHYSIQUE. — *Sur différents mouvements électriques observés sur le paratonnerre interrompu de l'Observatoire de Greenwich*. Note de M. W. DE FONVIELLE. (Extrait.)

« Sur le paratonnerre interrompu de l'Observatoire de Greenwich a été installé un tourniquet électrique à bras mobiles et à compensateur, que M. de Noaillon et moi avons combiné pour obtenir une mesure des courants naturels produits pendant les orages. Ce tourniquet électrique a été mis en expériences depuis le mois de septembre jusqu'au mois de décembre dernier.

» On a suspendu notre aiguille sur un pivot, de 1 centimètre à peine de hauteur, fixé au centre d'un disque en cuivre en communication avec la tige aérienne du paratonnerre interrompu. Comme il résulte d'un Rapport de M. Glaisher, que je transmets à l'Académie, l'aiguille a éprouvé des mouvements d'oscillation quand on l'a suspendue excentriquement.

» L'équilibre était obtenu à l'aide d'une boule de compensation, qu'on rapprochait de l'axe du côté opposé à celui où l'on allongeait la tige afin d'obtenir la rotation excentrique.

» Ce curieux phénomène s'explique aisément à l'aide d'une observation analogue qui est indiquée dans le numéro de mars 1872 du *Journal de Physique*. Si l'on place excentriquement le pivot d'un tourniquet dont les bras sont égaux, et qui se trouve au-dessus d'un cercle de cuivre en communica-

tion avec une machine électrique en activité, on voit l'aiguille prendre un mouvement pendulaire. L'inégalité de longueur des bras de levier produisait dans le premier cas, à Greenwich, le même effet que le défaut de symétrie de la plaque conductrice excentrique par rapport au pivot.

» Il est donc démontré que tous les points du disque agissent de la même manière sur tous les points du tourniquet, que l'électricité soit donnée par la tige aérienne d'un paratonnerre ou par une machine en action.

» Les expériences inverses ont réussi. Le tourniquet excentriquement suspendu a éprouvé un mouvement oscillatoire, lorsqu'il était suspendu, comme à Greenwich, c'est-à-dire à 1 centimètre seulement d'une plaque de cuivre circulaire, en communication avec une machine électrique en activité.

» M. Glaisher, qui a suivi les indications données par l'appareil, a constaté que le mouvement de rotation qui serait donné par l'écoulement des pointes est entièrement paralysé quand l'aiguille est suspendue au centre de la partie circulaire, et que les bras de levier sont égaux; car elle n'a point bronché, quoique tous les autres appareils placés dans la lacune aient donné lieu à des décharges et à des mouvements intenses du paratonnerre interrompu.

» Toutes ces déductions sont confirmées par une observation due à M. Ruhmkorff. On sait qu'un disque en mica, mobile autour d'un pivot, tourne lorsqu'on le présente au conducteur d'une machine électrique; mais on ignorait, avant la remarque faite par M. Ruhmkorff, que la rotation change de sens quand on passe à une autre extrémité du conducteur. La nécessité de cette inversion est évidente, si l'on admet que tous les points de la surface électrisée agissent sur tous les points de la surface influencée; car, si la machine électrique est à droite du disque, elle tendra à tirer ce disque vers elle, et le disque tournera par conséquent de gauche à droite. Les phénomènes auront lieu en sens inverse, si l'on place le disque de mica à l'autre extrémité de la machine.

» Si l'on place le disque vers la ligne médiane, il tournera tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, déterminé par les différences d'action les plus faibles. Il serait immobile si le pivot était rigoureusement vertical, le conducteur étant rigoureusement horizontal. »

M. le général Morin, en présentant le numéro du mois de mai de la « Revue d'Artillerie », s'exprime comme il suit :

« Le numéro de la *Revue d'Artillerie* pour le mois de mai 1873 contient entre autres travaux scientifiques :

» 1° Un Mémoire sur la *dérivation des projectiles*, par M. Page, professeur à l'École d'Artillerie de Vincennes;

» 2° Un Mémoire de M. le commandant Bruyère, sur les matières explosives à employer pour les projectiles creux. L'auteur y signale les avantages que présente, pour cet objet, l'emploi des poudres brisantes, et en particulier celui d'un mélange de 54,5 parties de picrate de potasse et de 45,5 parties de salpêtre.

» 3° Un résumé des expériences relatives au canon de 7, exécutées à Calais. Sans cesser de poursuivre les études qui ont pour but la recherche d'une bouche à feu plus puissante que celles qu'on a employées jusqu'à ce jour, l'Artillerie a pu constater que cette bouche à feu, dont nous possédons le nombre respectable de 2000, est au moins équivalente aux meilleures actuellement en service chez les puissances étrangères. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 12 mai 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Results of five years' meteorological observations for Hobart-Town, etc.; by Fr. ABBOTT. Tasmania, J. Barnard, Government printed, 1872; in-4°.

Transactions of the royal Society of Arts and Sciences of Mauritius; new series, vol. VI. Mauritius, *Commercial Gazette,* 1872; in-8°,

The Atheneum; part DXXXIX for the month of november 1872. London, 1872; in-4°.

Report of the forty-first meeting of the british Association for the advancement of Science held at Edinburg in august 1871. London, J. Murray 1872; in-8°, relié.

(La suite du Bulletin au prochain numéro.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 26 MAI 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *P. Desains* à la place laissée vacante, dans la Section de Physique, par le décès de M. *Babinet*.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Desains prend place parmi ses confrères.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *de la Gournerie* à la place d'Académicien libre, laissée vacante par la démission de M. le comte *Jaubert*.

M. le Président communique à l'Académie une lettre par laquelle M. de la Gournerie, obligé de s'absenter momentanément de Paris, exprime ses regrets de ne pouvoir assister à la séance.

M. Chevreul annonce qu'il a reconnu l'existence de l'acide avique dans

le guano du Pérou, où cet acide accompagne, à l'état de sel, le carbonate d'ammoniaque : M. Chevreul donnera le détail de ses expériences dans une prochaine séance.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation de listes de candidats, qui doivent être présentées à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour les quatre places de Membres du Bureau des Longitudes, actuellement vacantes.

Quatre scrutins, distincts et successifs, destinés chacun à la désignation du *premier candidat* à l'une des quatre places, donnent d'abord les résultats suivants :

1° Pour la désignation du premier candidat à la place de Membre appartenant à l'Académie des Sciences,

M. Serret obtient	33	suffrages,
M. O. Bonnet	3	»
M. de Tessan.	1	»

Il y a un bulletin nul.

2° Pour la désignation du premier candidat à la place de Membre appartenant au Département de la Marine,

M. Mouchez obtient.	32	suffrages,
M. Bouquet de la Grye.	15	»

3° Pour la désignation du premier candidat à la place de Membre appartenant au Département de la Guerre,

M. Perrier obtient.	46	suffrages,
M. Blondel	1	»
M. Laussedat	1	»

4° Pour la désignation du premier candidat à la place de Membre géographe,

M. Janssen obtient..	37	suffrages,
M. d'Abbadie	8	»
M. de Tessan	1	»

Quatre autres scrutins, distincts et successifs, destinés à la désignation du *second candidat* à chacune de ces places, donnent ensuite les résultats suivants :

1° Pour la désignation du second candidat à la place de Membre appartenant à l'Académie des Sciences,

M. O. Bonnet obtient . . . . 48 suffrages,

Il y a un bulletin blanc.

2° Pour la désignation du second candidat à la place de Membre appartenant au Département de la Marine,

M. Bouquet de la Grye obtient . . . . 44 suffrages,
M. Cloué . . . . 1 »

3° Pour la désignation du second candidat à la place de Membre appartenant au Département de la Guerre,

M. Blondel obtient. . . . . 43 suffrages,
M. Levret. . . . . 3 »

4° Pour la désignation du second candidat à la place de Membre géographe,

M. d'Abbadie obtient . . . . 35 suffrages,
M. de Tessan . . . . 13 »
M. Blondel. . . . . 1 »

En conséquence, les listes présentées par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique seront composées comme il suit :

1° Pour la place de Membre appartenant à l'Académie des Sciences, place laissée vacante par le décès de M. *Delaunay*,

En première ligne . . . . . . M. **Serret.**
En seconde ligne. . . . . . . M. **O. Bonnet.**

2° Pour la place de Membre appartenant au Département de la Marine, place laissée vacante par le décès de M. le contre-amiral *Mathieu*,

En première ligne . . . . . . M. **Mouchez.**
En seconde ligne. . . . . . . M. **Bouquet de la Grye.**

3° Pour la place de Membre appartenant au Département de la Guerre, place laissée vacante par le décès de M. le Maréchal *Vaillant*,

En première ligne . . . . . . M. **Perrier**.
En seconde ligne. . . . . . . M. **Blondel**.

4° Pour la place de Membre géographe, place laissée vacante par le décès de M. *Lamé*,

En première ligne . . . . . . M. **Janssen**.
En seconde ligne. . . . . . . M. **d'Abbadie**.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE AGRICOLE. — *De l'assimilabilité des superphosphates et de sa mesure;* Mémoire de M. **Joulie**, présenté par M. Balard. (Extrait par l'Auteur.)

(Commissaires : MM. Boussingault, Balard, Peligot.)

« *Conclusions.* — Il résulte des faits exposés et discutés dans le présent travail :

» 1° Que les superphosphates ne sont pas, comme on l'avait cru d'abord, des mélanges de phosphate acide et de sulfate de chaux, mais qu'ils renferment à la fois de l'acide phosphorique libre, du phosphate acide de chaux, du phosphate bicalcique et du phosphate tribasique inattaqué;

» 2° Que la rétrogradation qu'ils subissent, en vieillissant, tient à une formation lente de phosphate bicalcique, aux dépens de l'acide phosphorique libre qui se fixe sur les carbonate et phosphate de chaux inattaqués, et du phosphate acide qui se dédouble en acide phosphorique libre et en phosphate bicalcique;

» 3° Que l'assimilabilité des superphosphates, dépendant de la somme d'acide phosphorique qu'ils contiennent sous les trois premières formes, toutes trois éminemment assimilables, augmente plutôt qu'elle ne diminue par la dessiccation et par le vieillissement;

» 4° Que le dosage de l'acide phosphorique soluble dans l'eau ne donne qu'une idée très-incomplete de l'assimilabilité des superphosphates, puisqu'il ne tient aucun compte de l'acide phosphorique qu'ils contiennent à l'état de phosphate bicalcique, lequel est au moins aussi assimilable que l'acide phosphorique soluble ;

» 5° Que le dosage de l'acide phosphorique soluble dans le citrate

d'ammoniaque alcalin, dans les conditions que j'ai décrites, donne la mesure précise de l'assimilabilité certaine des phosphates contenus dans les engrais et dans les superphosphates;

» 6° Que l'adoption de cette méthode par les essayeurs aura pour effet d'améliorer la fabrication des superphosphates, de développer l'industrie des phosphates précipités et de perfectionner la fabrication des engrais composés, dans lesquels les phosphates assimilables se substitueront nécessairement aux phosphates fossiles, du jour où ils ne seront plus confondus avec eux par les analystes. »

M. E. Duchemin adresse une Note sur une « nouvelle disposition donnée à la boussole ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Jamin.)

M. Ch. Dupuis adresse une Note relative à une propriété des liquides en mouvement.

(Renvoi à la Section de Mécanique, à laquelle M. Edm. Becquerel est prié de s'adjoindre.)

M. A.-G. Lanzirotti adresse la figure d'un instrument permettant d'obtenir, pratiquement et sans calcul, le côté d'un carré équivalent à un cercle de rayon donné, et réciproquement.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. Faivre adresse, par l'entremise de M. Cl. Bernard, un Mémoire intitulé : « L'écorce et la formation des bourrelets; études histologiques et physiologiques sur diverses boutures ».

(Renvoi au Concours du prix Bordin.)

L'Académie reçoit, pour les Concours dont le terme est fixé au 1er juin, outre les ouvrages mentionnés au Bulletin bibliographique, les travaux dont l'indication suit :

Prix Plumey, 1873.

Anonyme : Mémoire portant pour épigraphe : « Le Progrès n'a pas de limite. »

PRIX RELATIF A L'APPLICATION DE LA VAPEUR A LA MARINE MILITAIRE, 1873.

ANONYME : Même Mémoire que ci-dessus.

CONCOURS MONTYON (Médecine et Chirurgie), 1873.

M. DESCHAMPS : Mémoire sur les Planicrâniens.

M. J. LÉONI : « Sur la centralisation et la décentralisation organo-vitales des conditions pathologiques, etc. »

Ce Mémoire est accompagné de deux brochures dont les titres sont mentionnés au Bulletin bibliographique.

CONCOURS MONTYON (Arts Insalubres), 1873.

M. MOURCOU : « Sur un système de chauffage et de ventilation établi à l'Hôpital Sainte-Eugénie. »

CONCOURS TRÉMONT, 1873.

M. A. BRACHET : « Études sur les pouvoirs optiques du corindon et du spinelle en nature ou artificiel. »

CORRESPONDANCE.

M. le MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE adresse à l'Académie une nouvelle Lettre, concernant l'invitation qu'il lui a faite, de désigner quelques-uns de ses Membres pour prendre part aux travaux de l'Association internationale géodésique européenne, sous la direction de M. le général *de Fligeli*.

Cette Lettre sera transmise, comme la précédente, à la Commission nommée pour la question de la nouvelle détermination de la méridienne de France. M. le Président exprime le désir que M. *Villarceau* veuille bien s'en occuper d'une manière spéciale.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une biographie d'Isambart Kingdom Brunel, par son fils aîné, M. *Isambart Brunel*. Cet ouvrage, imprimé en anglais, dont un exemplaire est offert à l'Académie, au nom de M. Brunel, par M. Ad. d'Eichtal, sera transmis à la Section de Mécanique.

ASTRONOMIE. — *Nouvelle observation de la Comète II, 1867*. Extrait d'une Lettre de M. **Stéphan** à M. Le Verrier.

« Voici deux nouvelles positions de la Comète II, 1867 :

	Heure de l'observ. (T. m. de Marseille. N. obs.)	Ascension droite appar. de la Comète.	Position apparente de la Comète.	Étoile de compar.
1873. Mai 21.....	12h 15m 58s	16h 30m 38s,55	106° 3′ 46″,3	*a*
» 23.....	11h 39m 3s	16h 29m 29s,04	106° 23′ 29″,7	*b*

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1873,0.

		Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
a......	30134 Lal. Oph 8½	16h 28m 5s,44	105° 59′ 58″,9	Cat. de Lal.
b......	30264 Lal. Oph. 8½	16h 32m 31s,46	106° 21′ 32″,6	Cat. de Lal.

» L'éclat de la Comète est toujours faible; mais il a très-notablement augmenté depuis le 1er mai : hier soir, j'ai très-bien vu la comète avec l'équatorial. »

HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE. — *Rectification d'un point de la Communication de M.* Munk, *au sujet de la découverte de la Variation;* par M. **L.-Am. Sédillot.**

« On a dû croire, d'après un passage de M. Munk sur l'Ouvrage d'Isaac Israïli (1), que cet auteur employait les expressions *trine* et *sextile* pour désigner les élongations du Soleil de 120 et 60 degrés. Cela a été le principal argument qui a guidé M. Biot dans sa longue dissertation, et lui a paru l'autoriser à dire que les commentateurs arabes de l'*Almageste* faisaient usage de ces termes en ce sens :

« Tous les manuscrits arabes (lit-on dans le *Journal des Savants*) (2) traduisent : quand les élongations de la Lune sont dans les *tasdisdt* et dans les *tathlithdt*, c'est-à-dire, quand la Lune est en aspect sextile ou en aspect trine avec le Soleil.....; les expressions *trine* et *sextile* employées ici par l'auteur, comme par tous les commentateurs arabes de l'*Almageste* (3)...... Ceci a pu servir aux commentateurs pour en déduire leur énoncé de trine et sextile, 60 et 120 degrés (4). »

» M. Bertrand partage cet avis :

« *Les expressions de* trine *et de* sextile, dit-il (5), désignent-elles les octants? C'est là, sans

(1) *Comptes rendus*, t. XVI, p. 1444, 1843.

(2) *Journal des Savants*, p. 729 et 730, 1843.

(3) *Journal des Savants*, p. 163.

(4) *Journal des Savants*, p. 164.

(5) *Journal des Savants*, p. 464, 1871.

contredit, un des points essentiels du débat...... L'opinion de M. Sédillot est probable assurément; mais elle ne saurait être opposée à des preuves assurées que nous produirons contre elle. »

» Non-seulement M. Bertrand n'a pas produit ces preuves assurées, mais l'affirmation, plusieurs fois répétée, de M. Biot, repose sur une erreur; en effet, l'honorable et savant M. Wogue nous a donné une traduction littérale du Chapitre d'Isaac Israïli, cité par M. Munk, et les mots *trine* et *sextile* ne s'y trouvent pas.

» Or *trine* et *sextile*, dans Aboul-Wefâ, représentent les *octants*, comme je l'ai toujours affirmé (1), et ces expressions ont conservé ce sens, pour les astronomes arabes et pour les astronomes modernes, jusqu'au milieu du XVIIe siècle. Longomontan, qui, parmi les auteurs que j'ai cités (2), a d'autant plus d'autorité qu'il avait été le disciple et le collaborateur de Tycho Brahé, en reproduisant l'exposé de la découverte de l'astronome danois qui avait adopté le mot d'*octants*, emploie encore, en 1622, les termes de *trine* et *sextile;* et ce fait se trouve confirmé par la *table des arguments* de cet auteur, comme l'a constaté M. Faye (3).

» C'était pourtant la seule raison qu'on eût invoquée pour combattre notre opinion, et, si M. Biot a pu s'appuyer sur la citation de Géber, rapportée par M. Munk, cela n'était plus possible à M. Bertrand, puisque, vérification faite du texte de Géber, il a été reconnu que, quelques lignes au delà de cette citation, les expressions *trine* et *sextile* s'appliquent aux observations d'Hipparque qui avaient eu lieu dans les *octants*, particulièrement celle de 315° 32' (4), ainsi qu'on le voit dans la Communication faite par M. Chasles à l'Académie des Sciences, le 10 mai 1862 (5).

» Peut-être M. Bertrand aurait-il dû s'autoriser avec moins de confiance du passage d'Isaac Israïli, puisque M. Munk s'était mépris au sujet de Géber, et, en outre, qu'il avait annoncé que Géber et Israïli s'accordaient dans leur interprétation du passage cité de Ptolémée. Sur quoi peut-il fonder le jugement dans lequel il persiste?

» J'ajouterai que, dans la version arabe de l'*Almageste* de Ptolémée, qui se trouve à la Bibliothèque nationale, n° 1139, *ancien fonds*, et que M. Biot

(1) *Comptes rendus*, t. XVI, p. 1448, 1843. — *Matériaux pour servir à l'Histoire comparée des Sciences mathématiques chez les Grecs et les Orientaux*, t. I, p. 202-218, 1845.

(2) *Matériaux, etc.*, t. I, p. 214.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 863, 1873.

(4) Les quatre octants sont 45, 135, 225, 315 degrés.

(5) *Comptes rendus*, t. LIV, p. 1006, 1862; et t. LXXVI, p. 904, 1873.

a mentionnée (1), les expressions *trine* et *sextile* sont appliquées, comme dans Géber, aux observations d'Hipparque, c'est-à-dire aux *octants*; il en est de même du Manuscrit n° 1107, *ancien fonds*, que M. Biot avait indiqué par erreur sous le n° 1137, comme j'en ai fait alors la remarque (2).

» Je ne comprends donc pas qu'on puisse contester au texte d'Aboul-Wefâ la découverte de la *variation* (3). »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le calcul des phénomènes lumineux produits à l'intérieur des milieux transparents animés d'une translation rapide, dans le cas où l'observateur participe lui-même à cette translation.* Note de **M. J. Boussinesq**, présentée par M. Fizeau.

« Au § III d'une Addition au Mémoire intitulé *Théorie nouvelle des ondes lumineuses* (*Journal de M. Liouville*, t. XIII, p. 433, 1868), et dans une Note du 24 juin 1872, insérée au t. LXXIV des *Comptes rendus* (p. 1573), j'ai établi des formules qui représentent la propagation des ondes lumineuses dans l'éther traversé par un corps en mouvement; mais je rapportais les déplacements vibratoires u, v, w de l'éther et ceux u_1, v_1, w_1 de la matière pondérable à un système d'axes rectangulaires des x, y, z, fixes par rapport au milieu éthéré, de manière à obtenir les directions et les vitesses de propagation des rayons telles que les percevrait un observateur non entraîné avec le corps. Or, quand on étudie l'influence du mouvement de

(1) *Journal des Savants*, p. 719, 1843.

(2) *Ibid.* — Voyez aussi nos *Matériaux, etc.*, déjà cités, t. I, p. 156.

(3) Au texte arabe imprimé dans les *Comptes rendus*, séance du 14 avril 1873, on doit rattacher les deux traductions publiées dans le même Recueil, en 1836, t. II, p. 203, et, en 1871, séance du 4 septembre, p. 582. C'est par erreur que cette indication n'a pas été donnée dans les *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 910. Ajoutez à la fin de l'avant-dernière phrase du texte (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 911, ligne 6, 1873):

بالطرق التى ذكرنا ها في مواضعها

par les voies que nous avons mentionnées à leurs places.

Le Chapitre d'Aboul-Wefâ se termine ainsi :

و نحن تبيين الارصاد التى منها عرفنا هذا الاختلاف
عند ذكرنا معرفة الاختلافات الجزيه للكواكب

et nous expliquerons les observations par lesquelles nous avons reconnu cette inégalité, lorsque nous exposerons les inégalités spéciales des planètes.

(É. D. B.)

translation de la Terre sur des phénomènes lumineux produits à sa surface, l'observateur, le corps transparent et même, en général, la source de lumière n'ont aucun mouvement relatif, et possèdent, par rapport à l'éther, une vitesse commune, dont j'appellerai V_1, V_2, V_3 les composantes suivant les trois axes; il est alors plus avantageux de rapporter les déplacements à un système d'axes des x', y', z', parallèles à ceux des x, y, z, mais animés de ce mouvement, ou, ce qui revient au même, de supposer l'observateur, la source et le corps transparent en repos, tandis que l'éther serait emporté avec une vitesse égale et contraire $(-V_1, -V_2, -V_3)$. Si l'on admet que, pour $t = 0$, l'origine des coordonnées x', y', z' coïncide avec celle des coordonnées x, y, z, et si l'on observe que les composantes V_1, V_2, V_3 de la vitesse relative de translation peuvent être supposées constantes pendant un intervalle comparable à la durée d'un grand nombre de vibrations, on aura, entre ces coordonnées, les relations simples

$$(1) \qquad x = x' + V_1 t, \quad y = y' + V_2 t, \quad z = z' + V_3 t,$$

et les déplacements vibratoires u, v, w, u_1, v_1, w_1, fonctions de x, y, z, t, deviendront des fonctions de x', y', z', t', en accentuant provisoirement la variable $t' = t$. Leurs dérivées se transformeront, par suite, au moyen des formules symboliques

$$(2) \quad \frac{d}{dx} = \frac{d}{dx'}, \quad \frac{d}{dy} = \frac{d}{dy'}, \quad \frac{d}{dz} = \frac{d}{dz'}, \quad \frac{d}{dt} = \frac{d}{dt'} - V_1 \frac{d}{dx'} - V_2 \frac{d}{dy'} - V_3 \frac{d}{dz'},$$

et la première des trois équations indéfinies du mouvement, établie au § III cité (formule 33),

$$(\lambda + \mu) \frac{d\theta}{dx} + \mu \Delta_2 u = \rho \frac{d^2 u}{dt^2} + \rho_1 \left(\frac{d}{dt} + V_1 \frac{d}{dx} + V_2 \frac{d}{dy} + V_3 \frac{d}{dz} \right)^2 u_1,$$

où λ, μ, ρ désignent les deux coefficients d'élasticité et la densité de l'éther, ρ_1 la densité de la matière pondérable, θ la dilatation cubique

$$\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}$$

de l'éther, Δ_2 l'expression symbolique

$$\frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \frac{d^2}{dz^2},$$

deviendra

$$(3) \quad (\lambda + \mu) \frac{d\theta}{dx'} + \mu \Delta_2 u = \rho \left(\frac{d}{dt} - V_1 \frac{d}{dx'} - V_2 \frac{d}{dy'} - V_3 \frac{d}{dz'} \right)^2 u + \rho_1 \frac{d^2 u_1}{dt^2}.$$

» Substituons, dans cette équation et dans les deux autres analogues, les valeurs de u, v, w et par conséquent celles de u_1, v_1, w_1, qui correspondent à un système d'ondes planes, dont la normale fait avec les axes des angles ayant les cosinus m, n, p, et pour lesquelles j'appellerai T la période vibratoire apparente, c'est-à-dire l'intervalle de temps qui séparera les commencements de deux vibrations consécutives imprimées par l'éther à une molécule des corps transparents considérés. Ces valeurs seront les parties réelles de trois intégrales simples proportionnelles à l'exponentielle

$$e^{\frac{2\pi}{T}\left(t-\frac{mx'+ny'+pz'}{\omega'}\right)\sqrt{-1}},$$

ω' désignant la vitesse de propagation apparente ou par rapport à un observateur lié aux axes des x', y', z'. A cause de cette proportionnalité, on aura

$$(4)\qquad \frac{d}{dt} - V_1\frac{d}{dx'} - V_2\frac{d}{dy'} - V_3\frac{d}{dz'} = \left(1 + \frac{V_1 m + V_2 n + V_3 p}{\omega'}\right)\frac{d}{dt},$$

et, si l'on appelle V' la composante $V_1 m + V_2 n + V_3 p$, suivant la normale aux ondes, de la vitesse translatoire, l'équation (3) pourra s'écrire

$$(5)\qquad (\lambda+\mu)\frac{d\theta}{dx'} + \mu\Delta_2 u = \rho\left(1+\frac{V'}{\omega'}\right)^2\frac{d^2u}{dt^2} + \rho_1\frac{d^2u_1}{dt^2}.$$

» Elle ne diffère de celle qu'on obtiendrait, si le corps était fixe, qu'en ce que la densité ρ de l'éther y est multipliée par l'expression $\left(1+\frac{V'}{\omega'}\right)^2$. Observons d'ailleurs : 1° que les conditions relatives aux surfaces de séparation de deux milieux, ou *conditions de continuité*, s'exprimeront de la même manière, ou seront analytiquement les mêmes, pour un système de corps contigus animés d'un mouvement commun et rapportés à des axes possédant ce mouvement, que pour le même système supposé en repos au sein de l'éther; 2° que, dans le cas ordinaire où la source lumineuse participe à la translation, la durée apparente de la vibration se confond avec sa durée réelle, et la formule (5), jointe à deux autres analogues, permettra d'énoncer la loi suivante :

» *Les phénomènes lumineux que perçoit un observateur entraîné, dans un mouvement commun de translation par rapport à l'éther, avec la source de lumière et avec les milieux interposés, ne diffèrent pas de ceux qu'il observerait en regardant la même source à travers les mêmes milieux transparents, si, la translation n'existant pas, la densité de l'éther devenait, dans chaque milieu respectif et pour des ondes d'une direction déterminée, plus grande qu'elle n'est*

dans le rapport de l'unité au carré de la somme de l'unité et du quotient de la composante de la vitesse translatoire suivant la normale aux ondes par la vitesse de propagation de celles-ci à travers le milieu considéré.

» En particulier, toutes les fois que la translation se fera parallèlement au plan des ondes, leur vitesse de propagation et le mode de polarisation des vibrations n'en seront nullement modifiés.

» J'espère que cette méthode permettra de calculer, plus simplement que toute autre, les phénomènes qui se produiraient dans le cas où l'éther ne participerait pas sensiblement, tout près de la surface terrestre, au mouvement de la Terre, et de confirmer ou d'infirmer par suite cette hypothèse, au moyen de la comparaison des résultats théoriques auxquels elle conduira avec ceux de l'observation. L'expérience de M. Fizeau sur la propagation de la lumière à travers une colonne liquide en mouvement a bien prouvé que l'éther n'est pas entraîné d'une manière appréciable par un corps animé d'une certaine vitesse relative à la surface de notre globe, et bien que les ondes soient alors partiellement entraînées; mais il pourrait se faire que l'éther qui nous entoure possédât une partie plus ou moins grande de la vitesse même de translation de la Terre, soit à cause des dimensions de celle-ci, dimensions incomparablement plus considérables que celles des corps sur lesquels portent nos expériences et lui permettant d'agir incomparablement plus sur les couches d'éther qu'elle traverse, soit encore à cause d'un mouvement propre de translation, autour du Soleil, qui animerait les couches d'éther dans lesquelles nous nous trouvons, circonstance dont l'aberration des étoiles fixes ne paraît pas devoir dépendre. »

PHYSIQUE. — *Sur la balance électrique et sur un phénomène électrostatique.* Note de M. P. VOLPICELLI.

« Le plan d'épreuve et la balance électrique de Coulomb sont les moyens dont se servent les physiciens, dans l'état actuel de la science, pour rechercher par l'expérience les lois de l'électricité en équilibre.

» J'ai déjà étudié (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 860) l'usage du plan d'épreuve et la valeur qu'on doit attribuer aux résultats qu'il fournit : je compte étudier, dans la présente Note, les indications de la balance de Coulomb et leur valeur.

» Plana et Murphy démontrèrent, par l'analyse supérieure, que le caractère de l'action élémentaire électrostatique est la raison inverse du carré de la distance. Hausksbée, Taylor, Dufay et Muschembroeck ont essayé,

sans succès, de vérifier cette loi par l'expérience. Plus tard, après que Coulomb eut appliqué sa balance de torsion à cette recherche, bien des physiciens reconnurent avec lui que la loi était exacte; mais Volta, Configliacchi, Harris, Parrot, Kämtz, Simon, Yalin, Gerbi, Ghevardi et plusieurs autres déclarèrent qu'elle n'était pas évidemment démoutrée; M. Becquerel reconnut la nécessité de soumettre les vues d'Harris à de nouvelles épreuves expérimentales (*Traité de l'Électricité et du Magnétisme*, 2e Partie, t. V, p. 86).

» Quelle que soit la loi de l'action électrique révélée par la balance de Coulomb, il est certain que cette loi dépend de toutes les causes ou forces qui contribuent à produire l'action même représentée par la force de torsion. Ces causes sont : 1° la répulsion ou l'attraction entre les charges électriques; 2° l'induction curviligne qui se produit entre les deux petites sphères; 3° l'attraction provenant de l'induction réciproque rectiligne entre elles; 4° l'attraction des corps qui entourent les petites sphères; 5° l'électrisation du cohibent qui les isole, et qui est produite par leur influence sur le cohibent lui-même; 6° le défaut d'uniformité dans la distribution de l'électricité sur ces sphères; 7° le défaut d'action réciproque rectiligne des parties de la charge qui sont distribuées dans les surfaces des sphères qui ne se regardent pas, puisque les actions électriques ne traversent pas les masses conductrices, comme sont celles des sphères; 8° l'augmentation des charges initiales par effet de l'induction d'une sphère sur l'autre; 9° cette circonstance que l'on n'a pas le droit de considérer comme entièrement réunie au centre de l'une quelconque des deux sphères la charge électrique qui agit sur l'autre; 10° la déperdition, pendant l'expérience, d'une partie de l'induite de première espèce, qui diminue par neutralisation la charge dans chacune des deux sphères, et en outre la diminution qui est produite par cette déperdition; 11° l'élasticité imparfaite du fil de suspension, sa variabilité avec la température, et même avec l'état hygrométrique, lorsque le fil n'est pas métallique.

» Il résulte de tout cela que la loi élémentaire de l'action électrostatique, quelle qu'elle soit, qui est révélée par la balance de Coulomb, doit être attribuée à la résultante de toutes les forces composantes, relatives à ces causes perturbatrices qui agissent toujours, et non pas à la seule composante attractive ou répulsive directe.

» Il en résulte aussi que les deux recherches, l'une mathématique, l'autre expérimentale de cette loi, ne sont pas comparables, puisque la première détermine seulement la simple action directe, tandis que la seconde révèle l'effet résultant de toutes les actions électriques qui, dans la balance de Coulomb, accompagnent l'action directe.

» Je désire également dire quelques mots, dans cette Note, d'un phénomène qui a été énoncé comme il suit :

« On touche le bouton de l'électroscope à feuilles d'or avec un bâton de caoutchouc vulcanisé, électrisé négativement par le frottement d'une peau de chat, puis on enlève le bâton. Si ensuite on approche du bouton de l'électroscope un corps électrisé négativement, on voit la divergence des feuilles diminuer. Ce phénomène serait inexplicable si l'électroscope était chargé négativement; l'expérience prouve donc qu'après l'enlèvement du bâton il reste un excès de fluide positif (1). »

» Cette conclusion est très-juste : elle se vérifie également avec l'électrophore ; mais il faut déterminer la cause de cet excès positif, en reconnaître les phases, enfin signaler les conséquences remarquables qui résultent de ce phénomène, et qui se révèlent encore mieux en appliquant au centre d'un disque métallique deux paillettes électrométriques.

» On doit d'abord se rappeler qu'il a été démontré par un physicien italien, M. Marianini, que les cohibents électrisés, mis en contact avec les métaux, ne leur communiquent pas d'électricité sensible. Cela tient à ce que l'électricité ne peut pas glisser sur les cohibents ; mais, si l'on interpose une couche humide entre le métal et le cohibent, la communication peut s'effectuer.

» C'est pour cela que, dans le phénomène dont il s'agit, on ne peut pas constater la communication de l'électricité du cohibent, mais seulement une induction sur le bouton métallique de l'électroscope. Donc les feuilles d'or doivent se charger, par induction, d'électricité négative libre; tandis que le bouton se charge d'électricité positive dissimulée. Mais puisque la première seulement peut se disperser, et non pas la seconde qui est privée de tension, si l'on vient à éloigner du bouton métallique le corps inducteur, l'électricité positive doit devenir entièrement libre, et être neutralisée en partie par la totalité de la charge négative qui est restée. Par conséquent, il doit rester dans les feuilles une charge positive libre qui les rendra divergentes. C'est pour cela que, si l'on en approche de nouveau le même cohibent déjà électrisé négativement, leur divergence doit diminuer, ainsi que l'expérience le démontre.

» En outre, plus on laissera le cohibent sur le bouton, plus sera grande la seconde divergence positive des feuilles; mais si l'on éloigne lentement le cohibent, alors on verra la divergeoce primitive des feuilles diminuer peu à peu, puis disparaître entièrement, parce que la positive sera successivement devenue libre en partie et aura neutralisé en même temps toute la néga-

(1) *Les Mondes*, t. XXX, n° 15, 10 avril 1873, p. 628.

tive. Quand on continuera à éloigner le cohibent, le reste de l'électricité positive deviendra libre et les feuilles seront de nouveau divergentes.

» Il y a donc, dans ce phénomène, deux maxima et un minimum de divergence; et l'on y trouve aussi la démonstration que l'induite de première espèce, qui dans ce cas est la positive, ne possède point de tension; elle reprend une tension à mesure que l'influence diminue, et, dans ce cas, je l'ai nommée électricité *d'abandon* (*Comptes rendus*, t. XLI, p. 553). Il est facile de voir, par ce même phénomène, que l'induite de première espèce ne se dissipe point, pendant tout le temps qu'elle reste sous la même influence.

» Ce manque de déperdition et de tension apparait nettement dans le phénomène actuel; il se vérifie également avec l'électroscope à pile sèche.

» Lorsqu'on interpose un papier humide entre le métal et le cohibent, les feuilles d'or se chargent par communication et non par induction; par conséquent, dans ce cas, le phénomène indiqué n'a plus lieu. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur l'électricité produite dans les actions mécaniques.* Note de M. L. Joulin, présentée par M. Edm. Becquerel.

« I. *Nouvelles machines électriques.* — Les phénomènes électriques observés sur les courroies de transmission de mouvement nous ont conduit, il y a quelques années, à construire de nouvelles machines électriques, avec lesquelles nous avons repris l'étude du développement de l'électricité dans les actions mécaniques.

» Ces machines sont formées d'une courroie et de deux poulies; l'arbre de la poulie motrice repose sur des paliers fixes; celui de la poulie mue tourne dans des paliers pouvant coulisser dans une glissière sous l'influence de tractions plus ou moins fortes. On a employé, comme poulies, la fonte, le cuivre, le zinc, le bois, le cuir, le caoutchouc durci, la laine et la soie; comme courroie, le cuir différemment préparé, recouvert d'enduits pulvérulents, tels que le talc, la résine, les oxydes, de chemises de laine et de soie, et la gutta-percha.

» La distance des arbres des poulies variait de $0^m,80$ à $2^m,50$, les diamètres des poulies de $0^m,13$ à $0^m,40$, la largeur des courroies simples de $0^m,04$ à $0^m,10$; mais, à côté des résultats ainsi obtenus, il faut placer ceux observés dans des usines où le diamètre des poulies a atteint 7 mètres, la longueur des brins 10 mètres, et la largeur des courroies $0^m,35$. La vitesse de la courroie pouvait s'élever à 1200 mètres; le poids tenseur à 300 kilogrammes, qui répondent à 600 grammes par millimètre carré de section, et à une pression de 13 grammes par millimètre carré sur la jante des

poulies par les courroies ordinairement employées. Dans ces limites, le glissement de la courroie sur les poulies métalliques très-polies est compris entre $\frac{1}{100}$ et $\frac{1}{1000}$ du chemin parcouru et ne dépasse guère $\frac{1}{500}$; il varie d'une manière peu régulière avec la vitesse et la traction.

» On a étudié aussi les variations des états hygrométriques et élastiques du cuir. A 20 degrés, l'hygromètre à cheveu marquant 55 degrés, l'humidité du cuir peu engraissé est de 8 à 12 pour 100, et varie notablement dans le mouvement; mais si l'on a soin de maintenir la courroie sous une cuve à chaux vive dans l'intervalle des expériences, comme nous l'avons toujours fait, elle ne prend pas plus de 2 à 3 pour 100 d'humidité dans une marche de quelques heures. Le coefficient d'élasticité du cuir varie de 10 à 25 kilogrammes, quand, à une même tension initiale faible, on ajoute successivement des tensions variant de 59 à 590 grammes par millimètre carré de section (chiffres répondant aux différentes valeurs du poids tenseur), et de 12 à 30 kilogrammes pour des tensions initiales croissant de 59 à 590 grammes, et une même tension additionnelle de 29 grammes par millimètre carré. Ce coefficient augmente aussi un peu avec l'état hygrométrique.

» Les effets de l'électricité de la courroie sont assez puissants : une boule de laiton de $0^m,005$ de diamètre devient lumineuse à $0^m,35$; les étincelles ont près de $0^m,01$; le courant continu, produit par influence sur un rhéophore approché, dévie notablement l'aiguille d'un galvanomètre à électricité de tension et décompose l'eau; dans les tubes de Geissler, la lumière électrique est nettement stratifiée.

» II. *Distribution de l'électricité sur les différentes parties de la machine.* — Pour l'étude de la distribution, nous nous sommes servi d'un procédé fondé sur la détermination de la distance à laquelle une sphère, mise successivement en regard des différents points, commence à devenir lumineuse dans l'obscurité, ou autrement sur la recherche de la distance de l'aigrette de moindre intensité prescriptible. La sphère étant métallique et portée par une aiguille très-fine, on a admis que la résistance au mouvement de l'électricité est très-faible et la distribution des tensions sur la sphère la même que dans l'état statique considéré par Poisson dans son Mémoire sur la distribution de l'électricité. On a démontré ensuite qu'à partir d'une distance assez faible et diminuant avec le diamètre de la sphère, le lieu des positions de cette sphère répondant aux aigrettes minimum est une surface d'égal potentiel, ce qui permet de trouver la distribution sur le corps électrisé; les ordonnées des sections de cette surface se mesurent en faisant

glisser la tige supportant la sphère dans des rainures pratiquées sur un châssis en bois.

» *Poulies conductrices.* — Avec des quantités croissantes d'électricité, les sections longitudinales sont une série d'ovales ayant pour sommet commun le point où la courroie abandonne la poulie et renflées de ce côté, et s'insérant de plus en plus près du point de tangence avec la deuxième poulie. On perçoit de l'électricité sur toute la longueur du brin, quand l'ordonnée au milieu n'a que $0^m,012$, et cette ordonnée peut croître jusqu'à $0^m,350$, sans que le second point d'insertion dépasse de plus de $0^m,01$ l'arête de contact apparent avec la poulie. Les courbes sont un peu plus renflées, quand la moitié du système seulement est électrisée. Suivant la quantité d'électricité, les sections transversales sont de petites ellipses autour de chaque brin, une lemniscate, une ellipse à grand axe vertical et des cercles. Les arêtes de contact deviennent lumineuses à partir d'une certaine tension.

» *Poulies non conductrices.* — En partant du point où la courroie abandonne la poulie (caoutchouc durci), on rencontre : 1° une courbe de niveau positif (aigrette négative), de forme ovale, s'insérant en un point d'autant plus rapproché de l'arête d'enroulement que la tension est plus grande; 2° un espace sur lequel on ne perçoit pas d'aigrette et qui n'excède pas $0^m,03$ aux fortes charges; 3° une courbe de niveau négatif (aigrette positive) embrassant le reste du brin, toute la partie enroulée de la courroie et la surface libre de la poulie. Les sections transversales varient de forme suivant la position du plan sécant. L'illumination des arêtes de contact a lieu pour les plus faibles tensions.

» La dissymétrie des surfaces de niveau par rapport au plan perpendiculaire à la courroie en son milieu, l'existence des deux électricités sur un même brin pour les poulies non conductrices nous conduisent à dire, conformément aux idées reçues sur les courants, que *l'électricité libre perçue est la charge dynamique accompagnant un courant qui se propage à travers la courroie*, charge qui, d'après la loi de Ohm, décroît d'une extrémité à l'autre du brin, comme les ordonnées d'un trapèze pour les poulies conductrices, comme celles de deux triangles semblables pour les poulies non conductrices.

» Quelques mots suffisent pour montrer comment s'établit l'état électrique permanent sur la machine.

» *Poulies conductrices.* — L'électricité de la poulie disparaît en grande

partie à travers le métal; une fraction d'autant plus forte que la courbure de la poulie est plus petite, et que l'on peut augmenter en isolant l'arbre de la poulie, se condense ou se combine avec l'électricité de la courroie. Ce qui reste de cette dernière électricité se répand par conductibilité dans tous les sens, et donne lieu à l'électricité libre perçue, qui n'a d'autre limite que la charge statique de l'imparfait conducteur.

» *Poulies non conductrices.* — Une partie de l'électricité de la poulie passe dans le sol par la large section du mauvais conducteur; une autre portion se combine ou se condense avec l'électricité de la courroie; le reste, emporté par la poulie, se répand sur le second brin de courroie de part et d'autre de l'arête de contact, sur la partie enroulée jusqu'au point de déroulement, de l'autre côté jusqu'en un point dépendant de la charge électrique de nom contraire existant sur le brin, car toute modification de cette charge fait varier le point d'intersection. Quant à l'électricité de la courroie, elle se répand de chaque côté de l'arête de contact: dans le sens opposé au mouvement, elle s'écoule dans le sol par la poulie ou se combine avec l'électricité contraire de la portion de courroie enroulée; dans le sens du mouvement, elle donne lieu à la courbe de niveau positif limitée par celle de nom contraire qui vient de la seconde poulie. Suivant le point du système mis en communication avec le sol, les courbes éprouvent des modifications qu'il est facile de prévoir : en touchant sur la partie enroulée, on dérive le courant provenant de la poulie, et l'électricité de la courroie se répand jusqu'au point touché; si l'on enlève toute l'électricité de la poulie, on soude sur la partie enroulée les courbes de niveau positif de chacun des brins.

» Plusieurs expériences viennent corroborer cette analyse. 1° Quand, pour une même force électromotrice, on fait varier la conductibilité de la courroie en mouillant sa surface extérieure, qui se sèche peu à peu dans le mouvement, on obtient la même série de courbes que lorsque la force électromotrice va en croissant pour une même conductibilité, et l'arête de contact est d'autant plus brillante qu'il y a moins d'électricité libre sur la courroie. 2° En étudiant les phénomènes lumineux qui persistent pendant quelques secondes après l'arrêt de la machine, on voit les courbes de niveau se raccourcir de plus en plus et disparaître au milieu du brin pour les poulies conductrices, en des points placés près de chaque poulie pour les non conductrices. 3° De l'électricité apportée au milieu du brin d'une courroie non électrisée en repos ou en mouvement, montée sur des poulies conductrices, donne des courbes de niveau symétriques de chaque côté du rhéophore et d'autant plus développées que la conductibilité de la courroie

est moindre, ou que le diamètre des poulies est plus petit; en approchant le rhéophore de l'une des poulies, on trouve un point à partir duquel les phénomènes lumineux disparaissent du côté de la poulie la plus voisine, et dont la position dépend également de la conductibilité de la courroie et du diamètre des poulies. Avec les poulies non conductrices, quel que soit le point touché par le rhéophore, on aperçoit des tensions tout le long de la courroie, et, en apportant simultanément les deux électricités en différents points, on peut réaliser les distributions observées plus haut. »

PHYSIQUE. — *Sur les conditions de maximum d'effet magnétique dans les galvanomètres et les électro-aimants.* Note de M. J. Raynaud.

« La question de la résistance à attribuer à un galvanomètre ou à un électro-aimant, pour obtenir l'effet maximum correspondant à une force électromotrice et à une résistance extérieure données, peut être envisagée de deux manières : on peut se proposer de déterminer l'épaisseur de la bobine, c'est-à-dire le nombre de tours qu'il convient de faire autour du cadre pour utiliser le mieux possible un fil de *diamètre donné*, ou de déterminer le diamètre du fil à employer, de manière à utiliser le mieux possible *un poids de cuivre donné*. Les deux problèmes se mettent en équation de la même manière, et l'on obtient une expression commune pour l'effet magnétique qui, dans le cas particulier traité par M. du Moncel dans sa Note du 10 avril (*Comptes rendus*, p. 369), est représentée par

$$F = \frac{\alpha E a b g^2}{g^2 R + ab[(a+c)\pi + 2d]}.$$

» Il n'est donc pas exact de dire, comme M. du Moncel dans ses Notes du 10 avril et du 12 mai, que c'est *à tort* qu'on suppose, dans le second problème, que le nombre des spires est proportionnel à la racine carrée de la résistance de la bobine. Cette proportionnalité est vraie dans les deux cas. L'expression de F peut ensuite être différentiée, soit par rapport à l'épaisseur a, soit par rapport au diamètre g. Dans la première hypothèse, la condition de maximum est que la bobine doit avoir une résistance supérieure à la résistance extérieure, d'une quantité $\frac{ab}{g^2}(\pi c + 2d)$, représentant la résistance d'une longueur de $t = \frac{ab}{g^2}$ tours de la première couche. Dans la seconde hypothèse, la résistance doit être égale à la résistance extérieure, et même, en tenant compte de l'épaisseur de la soie, *inférieure* à la résistance extérieure, dans le rapport du rayon du fil au rayon augmenté de cette épaisseur. Il importe de remarquer qu'un électro-aimant, construit d'après les

conclusions de la première hypothèse, aura un effet magnétique *moindre* qu'un électro-aimant construit avec la même quantité de cuivre, sous la forme d'un fil de diamètre plus grand, de manière à lui attribuer la résistance qui lui convient d'après la seconde hypothèse.

» Dans la construction des galvanomètres sensibles, tel que celui de sir W. Thomson, on se préoccupe tellement de la distance des couches à l'aimant qu'au delà des premières couches, construites avec du fil très-fin, on fait croître le diamètre du fil à peu près proportionnellement à la distance des couches à l'axe, pour que la résistance de la bobine ne dépasse pas celle qui est assignée par les considérations précédentes; et, de plus, l'épaisseur de la bobine, et par suite le nombre des couches superposées, va en décroissant du milieu aux extrémités du cadre. Cette construction a été justifiée mathématiquement par M. Clerk Maxwell (*Traité d'Électricité et de Magnétisme*, t. II, p. 331 et suiv.). »

ZOOLOGIE. — *Note sur le Leptocéphale de Spallanzani;* par M. C. DARESTE.

« Gronovius créa, au siècle dernier, le genre *Leptocéphale*, pour un poisson fort singulier, découvert par Morris dans la rivière de Man et envoyé par lui au naturaliste Pennant, l'auteur de la *British Zoology*. Celui ci, après en avoir donné, dans son ouvrage, une description et une figure assez médiocres, adressa l'animal à Gronovius, qui le décrivit et le figura beaucoup plus exactement dans son *Zoophylacium*.

» Risso, en 1810, décrivit, sous le nom de *Leptocephalus Spallanzani*, un poisson pris à Nice, qu'il considéra comme une seconde espèce du même genre; mais ce poisson n'était qu'un individu jeune, appartenant au genre *Sphagobranche*, comme il le reconnut lui-même, puisque, dans une seconde édition de son livre sur l'*Ichthyologie de Nice*, en 1825, il donna à ce poisson le nom de *Sphagobranchus imberbis*. Dans cette même édition, il transporta le nom de *Leptocephalus Spallanzani* à un autre poisson pris également à Nice, qu'il avait décrit dans sa première édition sous le nom de *Lepidopus pellucidus*.

» Peu de temps après, en 1827, Costa décrivit, comme étant le *Leptocephalus Spallanzani* de Risso, un poisson pêché à Messine. Ce poisson, toutefois, ne paraît pas être spécifiquement le même que Risso avait décrit, du moins si l'on en juge par la figure donnée par Risso. Ce dernier poisson me paraît, en effet, se rapprocher bien plus des Lépidopes, comme Risso en avait eu d'abord la pensée.

» En 1815, le colonel Montagu fit connaître à la Société Wernerienne

d'Edimbourg un poisson tout à fait semblable au *Leptocephalus Spallanzani* de Costa (et non de Risso); il le décrivit et le figura comme étant le *Leptocephalus Morrisii* de Gronovius.

» En 1832, M. Conch décrivit et figura assez mal, sous le nom d'*Ophidium pellucidum*, un poisson tout à fait comparable à celui de Montagu. Il fit remarquer que ce poisson diffère, non-seulement spécifiquement, mais même génériquement du *Leptocephalus Morrisii*, par l'existence des nageoires pectorales, et par la disposition des nageoires impaires, dorsale et anale, qui naissent beaucoup plus loin de l'extrémité antérieure du corps que chez le *L. Morrisii*.

Depuis cette époque, un certain nombre de poissons analogues ont été signalés par beaucoup de naturalistes. M. Kaup, dans sa *Monographie des poissons apodes*, en forme une famille à part, contenant quatre genres et vingt-deux espèces.

» Cuvier, en signalant le genre Leptocéphale dans son *Règne animal*, disait : « L'étude approfondie de leur organisation est l'une des plus intéressantes » auxquelles des naturalistes voyageurs puissent se livrer. » Mais ce ne fut qu'en 1853 que cette recommandation de Cuvier fut suivie. M. Kölliker, ayant eu, pendant son séjour à Messine, l'occasion d'étudier plusieurs de ces animaux, donna quelques détails très-intéressants sur l'organisation fort remarquable de ces animaux, qui semble, au premier abord, très-différente de celle des poissons osseux. Le squelette en est très-imparfait; la colonne vertébrale n'est représentée que par une corde dorsale et quelques parties membraneuses, comme chez l'Amphioxus. Le crâne n'est que très-imparfaitement ossifié, et laisse voir, par transparence, les diverses parties de l'encéphale. Le sang est incolore. Nous pouvons encore ajouter que ces animaux ne présentent point, si ce n'est dans le globe de l'œil, la matière argentée si remarquable de la peau de la plupart des poissons. M. Kölliker pense que tous ces caractères indiquent un groupe à part, un ordre qu'il désigne sous le nom d'*Helmichthydæ*, à cause du nom d'*Helmichthys* donné par Rafinesque à l'un de ces genres.

» Ayant entrepris la révision des espèces de ce genre, je suis arrivé, pour l'une de ces espèces, le *Leptocephalus Spallanzani* de Costa, à un résultat fort inattendu; c'est que cet animal présente tous les caractères zoologiques des Congres, et que très-probablement c'est le jeune Congre. J'ai pu constater ces caractères sur deux individus appartenant à la collection du Muséum, et sur plusieurs autres individus que j'ai observés chez M. le Dr Emile Moreau.

» On y voit en effet, comme chez les Congres, le museau tronqué en avant, et dépassant un peu la mâchoire inférieure; l'orifice antérieur des narines formant un tube qui s'ouvre à la partie antérieure du museau, tandis que l'ouverture postérieure, non tubulaire, est placée en avant de l'œil; les fentes branchiales très-petites, et ne laissant pas voir les pièces osseuses de l'opercule; les nageoires pectorales très-petites, mais contenant le même nombre de rayons que celles du Congre adulte. Les pièces de l'os hyoïde et l'aile temporale ont la forme caractéristique qu'elles présentent chez les Congres. L'encéphale, que l'on peut étudier même sans enlever la croûte du crâne, à cause de sa transparence, présente la même disposition que chez les Congres; on y voit, en effet, quatre paires de lobes formant une chaîne non interrompue; en arrière, le cervelet, puis les lobes optiques, puis les lobes cérébraux qui sont presque aussi volumineux que les lobes optiques, puis enfin les lobes olfactifs. Entre les lobes optiques et les lobes olfactifs, existe une glande pinéale d'un volume relativement considérable. La seule différence que l'on observe entre l'encéphale de ces animaux et celui des Congres, c'est qu'il remplit toute la cavité crânienne.

» M. le Dr Moreau, qui a pu disséquer plusieurs de ces animaux, y a constaté l'existence d'une vessie natatoire, présentant des corps rouges. Le fait est d'autant plus remarquable, que les poissons anguilliformes sont les seuls dont la vessie natatoire possède à la fois des corps rouges et un canal pneumatique. Cette vessie natatoire avait échappé aux investigations de M. Kölliker.

» Ainsi l'organisation du Congre et celle du Leptocéphale sont essentiellement les mêmes. Les différences que l'on observe, et qui paraissent si importantes au premier abord, comme l'état imparfait de l'ossification, et le défaut de coloration des globules du sang, s'expliquent tout naturellement par la différence d'âge, et par l'existence, à cette époque de la vie, d'un état embryonnaire. C'est également par la différence d'âge que nous devons expliquer quelques différences, d'ailleurs fort légères, que l'on observe entre ces deux animaux : le museau plus allongé chez le Congre, comme on le voit d'ailleurs, presque toujours, quand on compare les animaux adultes aux jeunes animaux, et chez le Congre aussi la présence beaucoup plus nombreuse des taches de pigment, tandis que le Leptocéphale ne présente que trois bandes de taches colorées, deux sur les nageoires séparées, et la troisième occupant la ligne latérale. C'est encore par une différence d'âge que l'on doit expliquer la différence d'origine de la nageoire dorsale qui, chez le Congre, naît dans le voisinage de la nuque, tandis qu'elle est

reculée beaucoup plus en arrière dans le Leptocéphale. En effet, l'examen d'un certain nombre de ces poissons m'a montré que de nombreuses variations individuelles prouvent que la nageoire dorsale se forme d'arrière en avant.

» Je me crois donc fondé à admettre que le *Leptocephalus Spallanzani* est le jeune âge du Congre, et que, par conséquent, il doit cesser de figurer dans les catalogues ichthyologiques à titre d'espèce distincte. Je pense qu'il en est de même des autres Leptocéphales; que ce sont tous des jeunes poissons; que, par conséquent, le genre Leptocéphale, ou l'ordre des *Helmichthydæ*, doit être rayé des cadres zoologiques. Je ferai connaître ces faits dans un prochain travail. »

M. Mène adresse des observations relatives à une Communication récente de M. *L'Hôte*, concernant une fabrication de sulfate d'ammoniaque à l'aide des déchets azotés (1).

Ces observations consistent essentiellement en ces deux points : 1° que le procédé n'est pas nouveau, un procédé semblable ayant été l'objet d'un brevet pris, en juin 1869, par MM. Martin et Mène; 2° que le procédé n'est pas pratique, ainsi que l'ont montré divers essais.

M. Guérin-Menneville adresse une Note concernant une importation de graines de vers à soie de l'Amérique du Sud.

Au mois de mai 1872, 500 onces de graines, destinées à des essais pratiques, ont été envoyées du Pérou, à MM. Étienne et Gelot. M. Gelot a partagé ces graines entre M. Duseigneur, à Lyon, et M. Brouzet, à Nîmes. Ces deux éducateurs, placés dans des conditions diverses, ont entrepris, sur ces quantités considérables de graines, des expériences que l'auteur croit dignes de l'intérêt des sériciculteurs, et dont il se dispose à examiner attentivement les résultats.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1085.

COMITÉ SECRET.

La Section de Mécanique, par l'organe de son doyen, M. le général Morin, présente la liste suivante de candidats, pour la place vacante dans son sein par suite du décès de M. le baron *Ch. Dupin* :

En première ligne	M. Resal.
En deuxième ligne, par ordre alphabétique.	M. Boussinesq. M. Bresse.
En troisième ligne, par ordre alphabétique.	M. Haton de la Goupillière. M. Maurice Levy.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 12 mai 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

The quarterly Journal of the geological Society; vol. XXVIII, part 4, n° 112; vol. XXIX, part 1, n° 113. London, 1872-1873; 2 br. in-8°.

List of the geological Society of London; november 1 st., 1872. London, 1872; br. in-8°.

The Journal of the royal Dublin Society; vol. VI, n° 11. Dublin, Hodges, Foster and C°, 1872; in-8°.

Bachicoltura ossia alcune norme secondo la scienza per l'allevamento dei Bigatti; del prof. C. Ghisi. Lodi, tip. H. Wilmant, 1873; in-18.

Ricerche fisico-astronomiche intorno all' uranolito caduto nell' agro romano il 31 di agosto 1872, del padre G.-S. Ferrari. Roma, tip. delle Belle Arti, 1873; in-4°.

Mittheilungen der anthropologischen Gesellschaft in Wien; I Band, n°s 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14. Wien, Druck von E. Jasper; 11 n^os^ in-8°.

Der Normal-Meter allen freunden der Mebtunft Gewidmet; von L. HOFFMANN. Breslau, Wolff, sans date; br. in-8°.

Schweizerische meteorologische Beobachtungen, etc ; von prof. Dr R. WOLF; Jahrgang 1871, Marz, April 1872. Zurich, 1872; 3 n^os^ in-4°.

Monumentorum boicorum collectio nova, edidit Academia Scientiarum boica; volumen XIV. Monachii, typis Dr. Fr. Wild (ff. Parcus) MDCCCLXII; in-4°.

Abhandlungen der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt ; IV Band. Wien, 1870; in-4°, texte et planches.

Acta Societatis Scientiarum Fennicæ; tomus IX. Helsingforsiæ, MDCCCLXXI; in-4°.

Anales del Observatorio de Marina de San-Fernando, publicados de orden de la Superioridad; por el Director don Cecilio PUJAZON; seccion 1^a^ : *Observaciones astronomicas. Eclipse de sol del 22 de diciembre de 1870.* San-Fernando, tip. de Gay, 1871; in-4°. (Transmis par le Ministère des Affaires étrangères.)

L'Académie a reçu, dans la séance du 19 mai 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Notice historique sur le système métrique, sur ses développements et sur sa propagation. Paris, imp. Viéville et Capiomont, sans date. (Extrait des *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers.*) (Présenté par M. le général Morin.)

Descriptio plantarum novarum in itinere cyrenaico a Cl. Rohlfs detectarum, auctore E. COSSON. Paris, imp. Martinet, 1872. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France.*)

Hygiène militaire. Casernement. Chauffage. Bains. Alimentation. Aperçu comparatif du régime alimentaire dans les armées d'Europe. Hygiène morale; par le Dr J. DOUILLOT. Paris, V. Rozier, 1869; 1 vol. in-12. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

Traité des opérations des voies urinaires; par le Dr RELIQUET. Paris, A. Delahaye, 1871; 1 vol. in-8°. (Adressé au Coucours Godard, 1873.)

Recherches anatomiques et expérimentales sur les fractures du crâne; par le Dr G. FÉLIZET. Paris, A. Delahaye, 1873; in-8°. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

Des ovaires, de leurs anomalies; par le Dr A. PUECH. Paris, F. Savy, 1873; in-4°. (Adressé au Concours Godard, 1873.)

Découverte des causes des épizooties et des épidémies typhoïdes, etc.; par L.-E. PLASSE. Paris, V. Masson, 1840; in-8°.

Les miasmes et les cryptogames parasites comparés au point de vue de la cause et des moyens d'étouffer au berceau les épidémies et les épizooties infectieuses, etc.; par L.-E. PLASSE. Poitiers, A. Dupré, 1865; in-8°.

Mémoire concernant les ouvrages publiés depuis 1848; *par* L.-E. PLASSE. Poitiers, A. Dupré, 1872; in-8°. (Ces trois derniers ouvrages sont renvoyés à la Commission des prix Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

Silex taillés en Islande; par le Dr E. ROBERT. Paris, imp. Walder, 1873; opuscule in-8°. (Extrait du journal *les Mondes*.)

Soufrière de Krisivik, en Islande; par le Dr E. ROBERT. Paris, imp. Walder, 1873; opuscule in-8°. (Extrait du journal *les Mondes*.)

Des balles explosibles. Réflexions et faits relatifs à ce sujet; par le Dr BEDOIN. Rouen, imp. L. Deshays, 1872; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Calendrier destiné à trouver la différence des deux années commençant le 1er *mars et le* 1er *septembre, calculé pour un intervalle de* 1000 *ans* (900 *à* 1900); *par* le prince N. TOURKESTANOFF. Saint-Pétersbourg, 1868; in-8°. (En langue russe.)

The american journal of Science and Arts; vol. V, n° 29, may 1873. New-Haven, 1873; in-8°.

Rectification of T.-A. Conrad's, « Synopsis of the family of naïades of north America »; *by* Is. LEA. Philadelphia, Collins, 1872; br. in-8°.

Tables de Vénus, prepared for the use of the american Ephemeris and Nautical Almanac; by G.-W. HILL. Washington, Bureau of navigation, 1872; in-4°.

Archiv für mikroscopische Anatomie, herausgegeben von MAX. SCHULTZE; neunter Band, drittes heft. Bonn, 1873; in-8°.

Verhandelingen van het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen del XXXIV-XXXV. Batavia, Bruining et Wijt, 1870; 2 vol. in-8° et in-4°.

Det kongelige danske videnskabernes selskabs skrifter, femte raekke. Naturvidenskabelig og mathematisk afdeling bind förste-tredie-femte-ottende. Kjöbenhavn, 1849-1870; 4 vol. in-4°, cartonnés.

Det kongelige danske videnskabernes. Naturvidenskabelige og mathematiske afhandlinger; tredie deel, fierde deel. Kjöbenhavn, 1828-1829; 2 vol. petit in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 26 mai 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents relatifs à l'art des constructions et au service de l'ingénieur; lois, décrets, arrêtés et autres actes concernant l'administration des Ponts et Chaussées, 1873 : *Personnel.* 1873, mois de février. Paris, Dunod, 1873; 2 vol. in-8°.

Recherches pour servir à l'histoire botanique, chimique et physiologique du tanguin de Madagascar. Thèse présentée et soutenue à l'École supérieure de Pharmacie de Paris, le 10 *mai* 1873, *par* M. J. CHATIN. Paris, Arnous de Rivière, 1873; in-4°. (Présenté par M. Bussy.)

Traité de Botanique conforme à l'état présent de la Science; par J. SACHS, traduit sur la 3e édition allemande et annoté par Ph. VAN TIEGHEM; 1er fascicule. Paris, F. Savy, 1873; in-8°.

Bulletins et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris; t. IX, 2e série, année 1872. Paris, P. Asselin, 1873; in-8°, relié.

Muséum d'Histoire naturelle. Cours de Paléontologie; par M. A. GAUDRY : *Leçon d'ouverture.* Paris, G. Baillière, 1873; in-8°.

Machines à vapeur. Expériences de M. Demenge; 1re série. Bruxelles, imp. Mertens, sans date; br. in-18.

Étude sur les colonies agricoles d'aliénés; par le Dr F. LAGARDELLE. Moulins, imp. Desrosiers, 1873; br. in-8°.

Note sur une cause peu connue des maladies organiques du cœur, etc.; par le Dr A. OLLIVIER. Paris, Adr. Delahaye, 1870; br. in-8°.

Nouvelle Note sur l'endocardite et l'hémiplégie puerpérales; par le Dr A. OLLIVIER. Paris, Adr. Delahaye, 1870; br. in-8°.

Note sur la pathogénie de l'albuminurie puerpérale; par le Dr A. OLLIVIER. Paris, Durand; br. in-8°.

Étude sur les maladies chroniques d'origine puerpérale; par le Dr A. OLLIVIER. Paris, P. Asselin, 1873; br. in-8°.

(Ces quatre derniers ouvrages sont présentés par M. Bouillaud au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Absorption cutanée. Expériences physiologiques et applications thérapeutiques; par MM. L. *et* E. BREMOND. Paris, imp. Rodière et Cie, 1873; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Nouvelle méthode pour le traitement chirurgical de l'ozène; par le Dr ROUGE. Lausanne, Rouge et Dubois, 1873; br. in-8°. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traité de Chimie hydrologique comprenant des notions générales d'Hydrologie et l'analyse chimique des eaux douces et des eaux minérales; par M. J. LEFORT; 2e édition. Paris, J.-B. Baillière, 1873; in-8°. (Présenté par M. Bussy au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Recherches anatomiques sur la membrane lamineuse, l'état du chorion et la circulation dans le placenta à terme; par le Dr JOULIN. Paris, P. Asselin, 1865; br. in-8°.

Gazette de Joulin. Obstétrique, gynécologie; 1re année, n° 3. Paris, Walder, 1872; br. in-8°.

(Ces deux pièces sont adressées au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Un ophthalmoscope portatif; par le Dr F. MONOYER. Bruxelles, typ. Buggenhoudt, sans date; br. in-8°.

Une extraction de cataracte dans un cas de luxation spontanée et d'opacification du cristallin; par le Dr F. MONOYER. Strasbourg, typ. Silbermann, 1867; br. in-8°.

Sur l'introduction du couteau linéaire dans la pratique de l'iridectomie; par le Dr F. MONOYER. Strasbourg, Berger-Levrault, 1871; br. in-8°.

Nouvelle pince dite à double fixation, *destinée à immobiliser le globe oculaire pendant les opérations que l'on pratique sur cet organe; par* le Dr F. MONOYER. Strasbourg, Berger-Levrault, sans date; br. in-8°.

Épithélomia perlé ou margaritoïde de l'iris; par le Dr F. MONOYER. Paris, Berger-Levrault, 1872; br. in-8°.

(La suite du Bulletin au prochain numéro.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JUIN 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. LE PRÉSIDENT informe l'Académie de la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *de Verneuil*, Membre libre de l'Académie, décédé à Paris le 29 mai 1873.

M. CHEVREUL communique à l'Académie les principaux résultats de ses recherches sur l'acide avique, qu'il lui a annoncés dans la séance précédente. Cette Note de M. Chevreul sera insérée dans un des prochains *Comptes rendus*.

ANTHROPOLOGIE. — *Races humaines fossiles. — Race de Canstadt.*

M. DE QUATREFAGES, en son nom et au nom de M. le docteur *Hamy*, son collaborateur, fait hommage à l'Académie de la première livraison d'un Ouvrage intitulé : *Crania Ethnica. Les crânes des races humaines* (1). Il donne sur cet Ouvrage les renseignements suivants :

(1) Les *Crania Ethnica* formeront un fort volume grand in-4°, accompagné d'un Atlas

« La craniologie comparée a, pour l'étude et la distinction des races humaines, une importance que Blumenbach avait comprise il y a plus de quatre-vingts ans (1). L'Ouvrage, consacré par l'illustre professeur de Gœttingue à cette branche de l'Anthropologie, est resté classique; mais il était devenu insuffisant. De nombreux dessins de têtes humaines osseuses ont été publiés par une foule d'auteurs; quelques publications importantes ont donné des notions précises sur les caractères craniologiques des populations britanniques, égyptiennes, américaines, etc., etc. Toutefois, la dispersion de ces éléments scientifiques en rend l'usage toujours assez difficile et parfois impossible. Il nous a paru qu'il pourrait être utile de réunir et de coordonner au moins les principaux résultats de cet ensemble de recherches, en les complétant dans la mesure de nos forces.

» La magnifique collection du Muséum, la collection déjà fort importante de la Société d'Anthropologie, celles de la Faculté de Médecine, du Musée de la Marine et du Val-de-Grâce ont mis à notre disposition de nombreux et riches matériaux (2). Nous avons, en outre, trouvé le concours le plus empressé chez plusieurs savants étrangers et français qui tantôt nous ont confié les types ou même les pièces uniques dont nous avions besoin, tantôt nous ont envoyé des moulages exécutés entièrement à notre intention. Nous sommes heureux de remercier ici publiquement, parmi les premiers, MM. de Baër, Dupont, Flower, Fraas, Schmidt, Luschan, Huxley, Worsaae, Boogard, Otis; parmi les seconds, MM. Broca, Piette, Louis Lartet, E. Martin, Reboux, Lortet, etc.

» Nous espérons pouvoir passer ainsi en revue à peu près toutes les populations les plus importantes du globe.

» Mais, avant d'aborder l'examen des races vivantes, nous avions à nous occuper d'abord des races fossiles. Tous deux nous sommes profondément convaincus que ces races ne sont pas éteintes, que leurs descendants sont encore aujourd'hui mêlés ou juxtaposés aux représentants des types plus récents. Cette conviction ne repose pas seulement sur des considérations théoriques : elle est chez nous le résultat d'observations maintes fois répétées, et nous espérons la faire partager à tous ceux qui tiendront compte des faits.

---

de 100 planches lithographiées et d'un grand nombre de dessins sur bois intercalés dans le texte.

(1) Les *Décades* de Blumenbach ont été publiées de 1790 à 1800.

(2) Nous pouvons disposer, pour nos études, d'environ quatre mille têtes osseuses.

» Dès lors, nous avions à faire avant tout, pour nous-mêmes aussi bien que pour nos lecteurs, une étude minutieuse de ces antiques représentants de l'espèce humaine; car il fallait être préparé à reconnaître ces types primitifs, même à travers les altérations résultant, soit du métissage, soit des conditions de milieu.

» Aussi la première livraison de notre Livre est-elle consacrée presque en totalité à l'examen des restes humains se rattachant à la race de *Canstadt*, celle dont l'existence, dans l'état actuel de la science, remonte le plus haut, et dont le fameux crâne de Néanderthal pourrait être regardé comme le type exagéré. Le nom que nous lui attribuons est un souvenir justement donné à la découverte faite, dès 1700, du premier fossile humain, à Canstadt, près de Stuttgard, à la suite de fouilles entreprises par ordre du duc Eberhard Ludwig de Wurtemberg. L'importance de ce fragment de crâne a longtemps été méconnue; il n'avait été jusqu'ici qu'assez mal représenté par Jager et par M. Fraas, et très-incomplétement décrit. Grâce à l'obligeance du savant professeur de Stuttgard, qui a bien voulu nous le confier au mois de juin 1870, cette pièce précieuse figure dans la *Pl. I* de notre Atlas, et nous en donnons dans le texte une description détaillée.

» Les caractères essentiels de la race de Canstadt sont, surtout chez l'homme, un aplatissement remarquable de la voûte cranienne coïncidant avec une dolichocéphalie très-prononcée; la projection en arrière de la région postérieure du crâne; le développement parfois énorme des sinus frontaux et la direction très-oblique du front; la dépression des pariétaux dans leur tiers postéro-interne. Ces caractères s'atténuent chez la femme. Les saillies surcillières disparaissent presque totalement; la saillie de l'occipital et surtout le relèvement de son écaille supérieure sont bien moins marqués, mais l'aplatissement de la voûte et les autres caractères persistent. En somme, ce type, très-accusé par l'ensemble de ses traits, nous a paru mériter l'épithète de *dolichoplatycéphale*.

» Nous considérons, comme appartenant au sexe masculin, les crânes de Canstadt, d'Eguisheim, de Brux, de Néanderthal, de la Denise. Nous rapportons au sexe féminin ceux de Stængenæs, de l'Olmo, de Clichy.

» Nous décrivons, à la suite de ces crânes, les maxillaires inférieurs trouvés dans les mêmes niveaux, savoir : ceux de la Naulette, d'Arcy-sur-Cure, de Clichy, de Goyet. Nous nous bornons à signaler quelques autres pièces moins importantes, ou à les décrire très-sommairement.

» Les crânes que nous croyons pouvoir rapporter au type de Canstadt sont malheureusement plus ou moins incomplets et surtout manquent de

face. Si l'âge de la tête de Forbes Quarry (Gibraltar) était déterminé avec certitude, cette pièce curieuse comblerait cette grave lacune. Toujours est-il que le crâne rappelle, à beaucoup d'égards, ceux de Néanderthal et de Brux. On peut donc demander des renseignements à la face qu'il surmonte. Cette face est large, massive; les orbites en sont remarquablement grandes, les narines très-ouvertes, la mâchoire supérieure très-prognathe. Tout cet ensemble concorde fort bien avec ce que peut faire supposer la voûte cranienne isolée.

» Ce crâne, cette face ne sont pas confinés dans les temps géologiques. On les a retrouvés dans les dolmens, dans des tombes du moyen âge, chez des individus vivants. Depuis que l'attention a été éveillée sur ce point, les faits ont été recueillis en grand nombre en Écosse, en Irlande, en Angleterre, en Espagne, en Italie, en France, en Suède, en Danemark, en Suisse, en Autriche, en Russie. Des frontières orientales de l'Europe jusqu'en Australie, nous ne connaissons aucun exemple de tête humaine pouvant se rattacher au type de Canstadt; mais, parmi les races qui peuplent la grande île mélanésienne, il en est une dont les tribus vivent aux environs de Port-Western, et qui rappelle à tous égards, par la forme de son crâne, les hommes fossiles dont nous parlons. Ce rapprochement, qui a été fait pour la première fois par M. Huxley, est aujourd'hui justifié par la comparaison des têtes elles-mêmes et de moulages intracraniens.

» En présence de cette diffusion actuelle d'un type aussi caractérisé que celui de Canstadt, on se trouve forcément placé dans l'alternative, ou bien d'accepter la reproduction de cette forme cranienne comme le résultat de l'atavisme, ou bien d'admettre que cette même forme si exceptionnelle peut apparaître, isolément et *par hasard*, au milieu de populations *appartenant aux races les plus diverses, dans des conditions de milieu les plus différentes*. Cette dernière conclusion nous a paru inacceptable. Voilà pourquoi nous regardons les crânes mentionnés plus haut comme ayant appartenu à une race humaine paléontologique particulière, qui, fondue avec les races postérieures, accuse son existence passée par l'empreinte qu'elle impose encore aujourd'hui à quelques rares individus.

» La forme cranienne dont il s'agit ici n'est, du reste, nullement incompatible avec un développement intellectuel égal à celui qui accompagne d'autres formes moins exceptionnelles. Parmi les dolichoplatycéphales modernes figurent des individus distingués par leur savoir et des personnages historiques. Nous nous bornons à citer Kay Lykke, gentilhomme danois, qui a joué un certain rôle politique au XVIIe siècle, et dont nous avons re-

produit la tête dans un de nos dessins; Saint-Mansuy, évêque de Toul au IVe siècle, dont nous reproduisons aussi la tête d'après M. Godron; enfin Robert Bruce, le héros écossais. Ces faits démontrent une fois de plus combien on serait dans l'erreur en attachant aux formes craniennes des idées absolues de supériorité ou d'infériorité intellectuelle ou morale. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Note accompagnant la présentation d'un Ouvrage intitulé : « Anatomie et Physiologie cellulaires »*; par M. **Ch. Robin** (1).

« L'Ouvrage que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour but principal de faire connaître quand et comment naissent et se reproduisent chacun des éléments constitutifs de nos tissus, à compter du moment de la fécondation ovulaire.

» Il a aussi pour objet la description des modifications évolutives qui amènent ces parties constituantes élémentaires de l'état embryonnaire à ce qu'elles sont dans les périodes adultes, séniles et morbides de leur existence.

» J'ai examiné, sous ces divers points de vue, toutes les espèces d'éléments anatomiques de l'homme, des autres vertébrés et de quelques invertébrés. Je me suis appuyé, dans le cours de ces études, autant sur les travaux des autres histologistes que sur les recherches embryogéniques qui me sont propres. Je n'aurais pas fait hommage de ce travail à l'Académie s'il n'avait contenu le résumé de plusieurs séries de faits nouveaux que je n'ai pas produits sous forme de Mémoires spéciaux. Je ne veux pas fatiguer l'Assemblée par leur énumération; mais je signalerai pourtant ceux qui concernent la manière curieuse dont les premiers éléments nerveux, cellules, fibres et tubes, apparaissent dans l'embryon; ceux qui montrent le mécanisme physiologique qui les relie généalogiquement aux cellules du feuillet blastodermique externe, feuillet dont une involution primordiale délimite l'axe cérébro-spinal.

» Ces données embryogéniques m'ont permis de déterminer avec précision la nature réelle de chacune des variétés d'éléments anatomiques qui prennent part à la constitution du tissu nerveux, variétés sur quelques-unes desquelles régnaient encore beaucoup de dissidences.

» L'étude de l'origine des élément anatomiques, en nous montrant les formes et les structures que chacun d'eux présente successivement, est le

(1) Un vol. in-8, 1873; chez J.-B. Baillière et fils.

moyen le plus sûr que nous ayons pour éviter de confondre les uns avec les autres ceux qui sont doués de propriétés physiologiques distinctes. Là se trouve le point de départ de la méthode scientifique qui, rigoureusement appliquée, conduit à déterminer exactement la nature des tissus normaux et des productions morbides complexes qui en dérivent. Cette méthode consiste à montrer, sans prendre l'un pour l'autre, quels sont les multiples éléments qui les composent, et quels sont, de ceux-ci, les divers arrangements réciproques ou textures au sein des organes qui résultent de leur association.

» Dans la discussion de ces données, je me suis efforcé de ne pas substituer l'esprit de critique à celui de la filiation et de l'enchaînement des faits scientifiques; mais je n'ai pu omettre de signaler comment et combien est nuisible aux progrès de la Biologie la manière de faire des histologistes qui procèdent comme si se soumettre aux exigences des méthodes scientifiques était une entrave. Reproduisant servilement les hypothèses et les nomenclatures surannées introduites en Allemagne par quelques médecins, leurs écrits pourraient faire croire que l'Anatomie générale ne peut donner aucune *démonstration* rigoureuse touchant les objets et les phénomènes de l'intimité organique; que l'emploi du microscope n'est qu'une sorte de procédé servant à susciter sur ces choses des *explications* auxquelles on n'avait pas encore songé.

» Or, substituant par épreuve et contre-épreuve des démonstrations vérifiables à l'ingéniosité dans les interprétations, l'Histologie, au contraire, introduit dans l'étude de toutes ces questions un degré de certitude qui lui fait prendre rang dans les sciences bien définies. J'ai cherché à le montrer en résumant la série des travaux qui nous ont donné les notions d'*élément anatomique* et de *cellule*, sous les noms de *théorie cellulaire;* enfin je l'ai montré en indiquant par suite de quelles méprises les histologistes de la même école ont réintroduit le nom ancien d'*irritation* pour désigner le pouvoir qu'ont les tissus organisés d'entrer en activité sous des influences diverses. C'est, en effet, parce que les éléments anatomiques sont dans un état de rénovation moléculaire permanente, qu'un rien peut en modifier l'équilibre et déterminer telle ou telle manifestation de leur activité propre. Qu'un seul atome de leur masse vienne à éprouver un changement quelconque, le reste en subit le contre-coup et toutes les propriétés de l'élément sont influencées diversement. Les variations de température, l'électricité, tous les composés chimiques qui les abordent, en un mot toutes les causes capables de modifier l'état moléculaire des éléments agissent ainsi.

» C'est l'instabilité de la substance organisée et du système de ces changements incessants et fugitifs, bien que saisissables, qui la fait dire si *sensible* à toutes les influences, si *irritable;* mais les principes immédiats qui la pénètrent, les états électriques, la chaleur, etc., ne provoquent en elle rien d'autre que la manifestation des propriétés dites vitales ou d'ordre organique qui escortent l'état d'organisation. En un mot, la notion d'*irritant* se ramène toujours à celle des conditions d'existence et de fonctionnement normal des éléments anatomiques; la notion d'*irritabilité* se ramène toujours aussi à celle des manifestations régulières de l'une des propriétés fondamentales de la substance organisée, aujourd'hui nettement définies; l'*irritation*, s'emparant de ces conditions d'existence et de ces propriétés pour les régir, n'est qu'une fiction nuisible, dissimulant la méconnaissance de celles-ci. »

ASTRONOMIE. — *Note sur le passage de Vénus devant le Soleil en 1882;* par M. PUISEUX.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats de calculs entrepris pour déterminer à l'avance les principales circonstances du passage de Vénus sur le Soleil en 1882. Bien des causes peuvent faire échouer ou rendre incomplètes les observations auxquelles doit donner lieu le passage de 1874, et il n'est peut-être pas sans intérêt d'examiner, dès à présent, quel parti on pourra tirer du passage suivant.

» *Circonstances du phénomène pour un observateur supposé au centre de la Terre.* — Les calculs ont été faits à l'aide des Tables du Soleil et de Vénus de M. Le Verrier, le diamètre apparent du Soleil étant supposé de 32′0″,0 à la distance moyenne. On a trouvé

1882, *décembre* 6.

	h m	
Entrée du *centre* de Vénus sur le disque du Soleil....	2.14,94	T. m. de Paris.
Sortie du *centre* de Vénus......................	8.12,00	
Durée du passage du centre......................	5.57,06	

» Dans la figure ci-contre, le cercle *amnb* représente le disque du Soleil; *ab* est le diamètre de ce disque situé dans le plan de l'écliptique, *a* étant l'extrémité orientale; *mn* est la ligne sensiblement droite que le centre de Vénus paraît décrire (dans le sens *mn*). Les arcs *am* et *an* sont respectivement de 50° 17′ et de 147° 57′.

» Appelons D la distance angulaire des centres de Vénus et du Soleil, à une époque quelconque du passage, et *d* l'angle de position de Vénus au

même instant, cet angle étant compté positivement de l'est à l'ouest, en passant par le nord, à partir du parallèle céleste passant par le centre



du Soleil. Le tableau suivant donne, d'heure en heure, les valeurs de ces quantités, ainsi que leurs accroissements en 1 minute de temps.

1882, décembre 6 T. m. de Paris.	D	Variation de D en 1 minute.	d	Variation de d en 1 minute.
	″	″	° ′	′
3 heures........	844,08	−2,671	− 65.13,30	−12,706
4 »	709,05	−1,750	− 80.31,95	−18,014
5 »	643,91	−0,353	−100.47,37	−21,845
6 »	669,43	+1,174	−122.18,21	−20,209
7 »	776,72	+2,317	−140. 0,00	−15,007
8 »	938,10	+2,998	−152.31,32	−10,282

» *Circonstance du phénomène pour un observateur placé à la surface de la Terre.* — La parallaxe solaire a été supposée égale à 8″,86; on a négligé l'aplatissement de la Terre et quelques autres petites quantités, en sorte que les nombres cités dans la suite de cette Note ne sont qu'approchés; mais ils le sont suffisamment pour l'examen comparatif des diverses stations où les observateurs pourront s'établir. Les formules suivantes font connaître, pour un point M situé à la surface de la Terre, l'heure de l'entrée, l'heure de la sortie et la durée du passage du centre de Vénus sur le Soleil :

Entrée.... $2^{h}.14^{m},94 - (\bar{1},6760)\cos A \cos L - (0,6983)\cos A \sin L + (0,7875)\sin A$,

Sortie..... $8.12,00 - (0,7069)\cos A \cos L + (0,7148)\cos A \sin L - (0,4981)\sin A$,

Passage.... $5.57,06 - (0,6644)\cos A \cos L + (1,0077)\cos A \sin L - (0,9675)\sin A$,

A est la latitude du lieu M, L est la longitude comptée positivement à l'est du méridien de Paris. Les nombres entre parenthèses sont les logarithmes des coefficients de cos A cos L, cos A sin L, sin A, ces coefficients étant exprimés en minutes de temps. Les heures d'entrée et de sortie sont données en temps moyen de Paris.

» On peut écrire autrement ces formules. Appelons A_1, A_2, A_3 trois points du globe définis comme il suit (*) :

(*) Ces trois points appartiennent à un même grand cercle.

	Longitude.	Latitude.
A_1...........	$-95°.26'$	$+50°.43'$
A_2...........	-45.31	$+23.25$
A_3...........	$+114.24$	-39.42

» Les expressions qui précèdent pourront être remplacées par les suivantes, dans lesquelles A_1M, A_2M, A_3M désignent les arcs de grand cercle qui, sur la Terre supposée sphérique, joignent le point M aux trois points A_1, A_2, A_3 :

Heure de l'entrée..........	$2^h.14^m,9 + 7^m,9 \cos A_1M$,
Heure de la sortie..........	$8.12,0 - 7,9 \cos A_2M$,
Durée du passage..........	$5.57,1 + 14,5 \cos A_3M$.

» On en conclut que, si le Soleil était constamment visible de tous les points de la Terre, le passage le plus long s'observerait au point A_3 et le plus court au point antipode B_3; que l'entrée la plus tardive répondrait au point A_1 et la plus hâtive au point antipode B_1; enfin, que la sortie la plus hâtive répondrait au point A_2 et la plus tardive au point antipode B_2.

» Mais il faut avoir égard à la présence du Soleil au-dessus de l'horizon, sans laquelle le phénomène ne peut être aperçu. La moitié de la Terre qui voit le Soleil à $2^h 14^m,9$ est limitée par un grand cercle C_1 qui passe aux points A_1 et B_1; c'est en cherchant dans cet hémisphère les portions de continent ou les îles voisines du point A_1 d'une part et du point B_1 d'autre part, qu'on trouvera les stations pour lesquelles les heures d'entrée différeront le plus.

» Pareillement, dans l'hémisphère qui est éclairé à $8^h 12^m,0$ et que limite un grand cercle C_2 passant aux points A_2 et B_2, on cherchera, sur la partie solide du globe, les régions voisines, soit du point A_2, soit du point B_2, et l'on aura les stations pour lesquelles les heures de sortie différeront le plus.

» Enfin les deux grands cercles C_1 et C_2 diviseront la sphère en quatre fuseaux dont un seul verra le Soleil au moment de l'entrée et au moment de la sortie. Les stations (îles ou continents) qui seront situées dans ce dernier fuseau le plus près possible, soit du point A_3, soit de son antipode B_3, seront celles dans lesquelles on observera les durées de passage les plus différentes.

» Il faudra d'ailleurs, dans tous les cas, éviter les stations par trop voisines des limites assignées ci-dessus, afin que le Soleil ne soit pas trop bas au moment de l'observation.

» Les pôles éclairés P_1 et P_2 des cercles d'illumination C_1 et C_2 ont les positions géographiques suivantes :

	Longitude.	Latitude.
	° ′	° ′
P_1	— 35.55	—22.32
P_2	—125. 9	—22.34

» A l'aide de ces données, on pourra aisément tracer sur une mappemonde les cercles C_1 et C_2, et si l'on y marque de plus les points A_1, B_1, A_2, B_2, A_3, B_3, l'inspection de la carte conduira aux conclusions suivantes :

» 1° Les plus courts passages s'observeront dans le voisinage de New-York, et les plus longs dans les terres polaires antarctiques ou, à défaut de ces régions peu accessibles, dans la Terre de Feu et les îles voisines : par exemple, entre New-York et les îles Diego Ramirez; la différence des durées des passages s'élèvera à environ 16 minutes.

» 2° Les entrées les plus tardives se verront dans le Canada et la Nouvelle-Bretagne; la plus hâtive dans l'île de Kerguélen. Entre cette île et Montréal, la différence sera de plus de 15 minutes.

» 3° Les sorties les plus hâtives s'observeront aux Antilles et à la Guyane; les plus tardives dans la partie orientale de l'Australie. Par exemple, entre la Pointe-à-Pitre et Sydney; la différence des heures d'entrée sera d'environ 15 minutes.

» Le tableau suivant permettra de comparer, à ces différents points de vue, quelques-unes des stations les plus favorablement situées. Les localités qui y figurent ont été rangées dans l'ordre des latitudes, du nord au sud.

	Longitude.	Latitude.	Heure de l'entrée (¹).	Heure de la sortie (¹).	Durée du passage.	Hauteur du Soleil à l'entrée.	Hauteur du Soleil à la sortie.
	° ′	° ′	h m	h m	h m	°	°
Valentia (Irlande).	— 12.41	+51.55	2.20,2	»	»	13	»
Paris.	0. 0	+48.50	2.19,2	»	»	12	»
Cap Raze (Terre-Neuve).	— 55.22	+46.39	2.22,0	»	»	19	»
Montréal.	— 75.53	+45.30	2.22,6	8. 5,4	5.42,7	13	9
New-York.	— 76.20	+40.43	2.22,5	8. 5,2	5.42,7	16	12
La Pointe-a-Pitre.	— 63.52	+16.14	2.20,8	8. 4,5	5.43,7	43	19
Cayenne.	— 54.40	+ 4.56	2.19,3	8. 4,6	5.45,3	57	16
Taiti.	—151.55	—17.32	»	8.14,9	»	»	64
Ile de la Réunion.	+ 53. 7	—20.52	2. 8,8	»	»	9	»
Port Natal	+ 28.10	—29.50	2. 9,5	»	»	33	»

(¹) Temps moyen de Paris.

	Longitude.	Latitude.	Heure de l'entrée.	Heure de la sortie.	Durée du passage.	Hauteur du Soleil à l'entrée.	Hauteur du Soleil à la sortie.
	° ′	° ′	h m	h m	h m	°	°
Sydney..............	+148.53	−33.52	»	8.19,6	»	»	16
Le Cap......	+ 16. 9	−33.56	2.10,0	»	»	43	»
Ile de Kerguélen.......	+ 67.52	−49.55	2. 7,2	»	»	9	»
Punta Arenas (Patagonie).	− 73.13	−53.10	2.12,8	8.10,7	5.57,9	48	40
Iles Diego Ramirez.....	− 71. 1	−56.29	2.12,4	8.11,0	5.58,7	47	38
Monts Termination (Terre Sabrine)...........	+100. 0	−63. 0	2. 7,3	8.17,5	6.10,2	2	3
Terre de Palmer.......	− 66. 0	−65. 0	2.11,2	8.12,0	6. 0,8	43	33
Terre Victoria.........	+167. 0	−72. 0	2. 8,9	8.16,9	6. 8,0	6	28

» Il résulte des données numériques qui précèdent que, au point de vue de la détermination de la parallaxe par les observations de contact, le passage de 1882 sera moins avantageux que celui de 1874. On pourra, en effet, sans sortir des régions facilement accessibles, obtenir en 1874 des différences de durée de passage s'élevant à 26 minutes, des différences d'heures d'entrée de 21 minutes, et des différences d'heures de sortie de 18 minutes, tandis qu'en 1882 ces différences se réduiront, la première à 16 minutes, et les deux autres à 15 minutes.

» Mais, au lieu de faire usage des heures des contacts, on pourra chercher à déduire la parallaxe de mesures effectuées pendant la durée du passage et donnant aux divers instants du phénomène, soit la distance angulaire des centres de Vénus ou du Soleil, soit l'angle de position de Vénus. Les nombres que nous allons rapporter permettront de comparer à l'un ou à l'autre point de vue les divers lieux d'observation.

» Nommons D_p et d_p ce que la distance des centres des deux astres et l'angle de position de Vénus deviennent, par l'effet de la parallaxe, pour l'observateur situé en M. Les valeurs de D_p, pendant le passage de 1882, sont données approximativement d'heure en heure par les formules

1882, déc. 6,
t. m. de Paris.

3 heures... $D_p = 844'',08 - (0,2389)\cos A \cos L - (1,1218)\cos A \sin L + (1,3128)\sin A$,
4 » ... $D_p = 709,05 + (\bar{1},8825)\cos A \cos L - (1,0034)\cos A \sin L + (1,3488)\sin A$,
5 » ... $D_p = 643,91 + (0,8145)\cos A \cos L - (0,9022)\cos A \sin L + (1,3470)\sin A$,
6 » ... $D_p = 669,43 + (1,1068)\cos A \cos L - (0,9260)\cos A \sin L + (1,2817)\sin A$,
7 » ... $D_p = 776,72 + (1,2083)\cos A \cos L - (1,0535)\cos A \sin L + (1,1627)\sin A$,
8 » ... $D_p = 938,10 + (1,2068)\cos A \cos L - (1,1831)\cos A \sin L + (1,0.87)\sin A$,

où la seconde d'arc est prise pour unité. Ces valeurs peuvent encore être

comprises dans la formule

$$D_p = D + 24'',5 \cos AM,$$

A désignant un point du cercle d'illumination C dont le tableau suivant fait connaître les coordonnées géographiques :

1882, déc. 6, t. m. de Paris.	Longitude du point A.	Latitude du point A.
3 heures........	$-97°.28'$	$+56°.59'$
4 »	-85.40	$+65.38$
5 »	-50.45	$+65.\ 7$
6 »	-33.24	$+51.19$
7 »	$-35.\ 0$	$+36.25$
8 »	-43.26	$+25.13$

» Le pôle éclairé P du cercle d'illumination C a d'ailleurs pour coordonnées, à chacune des heures considérées, les nombres ci-après :

1882, déc. 6, t. m. de Paris.	Longitude du point P.	Latitude du point P.
3 heures........	$-47°.10'$	$-22°.33'$
4 »	-62.10	-22.33
5 »	-77.10	-22.33
6 »	-92.10	-22.34
7 »	$-107.\ 9$	-22.34
8 »	$-122.\ 9$	-22.34

» A l'aide de ces nombres, on pourra tracer sur une mappemonde le cercle C correspondant à chaque heure et y marquer le point A ainsi que son antipode B. La distance D_p des centres des deux astres étant maximum au point A et minimum au point B, l'inspection de la carte montrera quelles sont les stations où, à une heure donnée, on pourra observer les valeurs les plus différentes de D_p.

» Le tableau suivant indique quelques-unes des combinaisons les plus avantageuses :

1882, déc. 2, t. m. de Paris.		Différence des valeurs de D_p.
3 heures.	Montréal — terre Victoria...........	$43'',3$
	Montréal — Port-Natal.............	$40,3$
	Montréal — îles Diego Ramirez.......	$33,8$
4 heures.	Montréal — terre Victoria...........	$45,1$
	Montréal — Port-Natal..............	$37,6$
	Montréal — le Cap...............	$37,1$
	Montréal — îles Diego Ramirez.......	$36,2$

1882, déc. 2, t. m. de Paris.		Différence des valeurs de D_p.
5 heures.	Montréal — terre Victoria	$46'',0$
	Montréal — îles Diego Ramirez	35,6
	Montréal — le Cap	31,4
	New-York — terre Victoria	45,2
	New-York — îles Diego Ramirez	34,8
	New-York — le Cap	30,6
6 heures.	Cap Raze — terre Victoria	46,3
	Cap Raze — Punta Arenas	31,9
	Cap Raze — île de Pâques (1)	29,6
	New-York — terre Victoria	43,6
	New-York — Punta Arenas	29,2
	New-York — île de Pâques	26,9
7 heures.	New-York — Sydney	45,1
	New-York — terre Victoria	40,2
8 heures.	la Pointe-à-Pitre — Sydney	46,7
	Cayenne — Sydney	46,4
	New-York — Sydney	44,7

» Ces différences sont du même ordre de grandeur que celles qu'on pourra obtenir en 1874.

» Considérons maintenant les angles de position. Les valeurs approchées de d_p sont données par les formules

1882, déc. 6,
t. m. de Paris.

3 heures.. $d_p = -65°.13',30 - (1,8885) \cos A \cos L - (1,6976) \cos A \sin L - (1,5870) \sin A,$

4 » .. $d_p = -80.31,95 - (2;0299) \cos A \cos L - (1,6820) \cos A \sin L - (1,2565) \sin A,$

5 » .. $d_p = -100.47,37 - (2,0907) \cos A \cos L - (1,5765) \cos A \sin L + (1,3545) \sin A,$

6 » .. $d_p = -122.18,21 - (2,0304) \cos A \cos L - (1,3379) \cos A \sin L + (1,7931) \sin A,$

7 » .. $d_p = -140.\ 0,00 - (1,8809) \cos A \cos L - (0,9957) \cos A \sin L + (1,8849) \sin A,$

8 » .. $d_p = -152.31,32 - (1,7106) \cos A \sin L - (0,5843) \cos A \sin L + (1,8667) \sin A,$

où la minute d'arc est prise pour unité. Ces expressions peuvent encore être comprises dans la formule

$$d_p = d + \frac{84',24}{\frac{1}{1000} D} \cos EM,$$

E désignant un point du cercle d'illumination C dont les coordonnées géographiques sont données par le tableau suivant :

(1) Longitude — 111°45'; latitude — 27°10'.

1882, déc. 6, t. m. de Paris.	Longitude du point E.	Latitude du point E.
3 heures........	− 147°.13′	− 22°.46′
4 »	− 155.50	− 8.44
5 »	− 162.59	+ 9.57
6 »	− 168.31	+ 29.34
7 »	− 172.35	+ 45. 1
8 »	− 175.43	+ 55. 1

» A l'aide de ces nombres, on pourra marquer sur une mappemonde, à chacune des heures considérées, le point E et son antipode F. L'angle de position d_p étant maximum au point E et minimum au point F, l'inspection de la carte, sur laquelle je suppose toujours tracé le cercle d'illumination C, montrera quelles sont les stations où l'on pourra, à une heure donnée, observer les valeurs les plus différentes de d_p.

» Le tableau ci-après indique quelques-unes des combinaisons les plus avantageuses :

1882, déc. 6, t. m. de Paris.		Différence des valeurs de d_p.	Produit de la colonne précéd. par $\frac{D}{1000}$.
3 heures.	Noukahiva (1) — île de la Réunion......	163′	137
	Noukahiva — Port-Natal..............	157	132
	Ile de Pâques — île de la Réunion.......	151	127
	Ile de Pâques — Port-Natal............	145	122
4 heures.	Taïti — Port-Natal..................	210	149
	Taïti — le Cap......................	203	144
	Noukahiva — Port-Natal..............	209	148
	Noukahiva — le Cap.................	202	143
5 heures.	Noukahiva — Saint-Paul de Loanda (2)..	246	159
	Noukahiva — le Cap.................	235	151
	Taïti — Saint-Paul de Loanda..........	244	157
	Taïti — le Cap......................	233	150
6 heures.	Honolulu (3) — le Cap................	248	166
	Honolulu — Sainte-Hélène (4)..........	239	160
	Noukahiva — le Cap..................	212	142
	Noukahiva — Sainte-Hélène............	203	136

(1) Longitude : − 142°24′; latitude : − 8°55′.
(2) Longitude : + 10°53′; latitude : − 8°48′.
(3) Longitude : − 160°11′; latitude : + 21°18′.
(4) Longitude : − 8°3′; latitude : − 15°55′.

1882, déc. 6, t. m. de Paris.		Différence des valeurs de d_p.	Produit de la colonne précéd. par $\frac{D}{1000}$.
7 heures.	Honolulu — île de Tristan da Cunha (1)..	201	156
	Ile Vancouver (2) — île Tristan da Cunha.	195	151
8 heures.	Ile Vancouver — île Tristan de Cunha....	161	151
	Ile Vancouver — îles Diego Ramirez.....	146	137
	Honolulu — île Tristan da Cunha........	151	147
	Honolulu — îles Diego Ramirez.........	142	133

» Le produit inscrit dans la dernière colonne indique le degré de précision avec lequel chaque combinaison pourra fournir la parallaxe solaire. Les nombres analogues, pour 1874, sont du même ordre de grandeur.

» Ainsi, en résumé, les mesures de distances et d'angles de position pourront donner la parallaxe, en 1882, à peu près avec le même degré de précision qu'en 1874. Mais le passage de 1874 sera notablement plus avantageux que le suivant pour la détermination de la parallaxe solaire par les observations de contact, c'est-à-dire par la méthode qui, après tout, donnera probablement les meilleurs résultats. Il est donc à désirer que rien ne soit négligé pour assurer dans les meilleures conditions l'observation du prochain passage. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Essai, pendant une éclipse solaire, de la nouvelle méthode spectroscopique proposée pour le prochain passage de Vénus.* Lettre du P. SECCHI à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, le 27 mai 1873.

» L'éclipse solaire d'hier m'a présenté une occasion favorable pour essayer la méthode spectroscopique que j'ai proposée à la Commission pour le *passage de Vénus*. Le résultat a été parfaitement conforme aux prévisions de la théorie : l'Académie me permettra d'entrer dans quelques détails à cet égard.

» Ma disposition spectroscopique consiste à placer, devant la fente du spectroscope ordinaire, et supporté par le même tube, un prisme à vision directe, très-dispersif, à la distance de 25 centimètres environ de la fente elle-même (3). Ce prisme donne, dans le plan de la fente, une image irisée

(1) Longitude : $-14°22'$; latitude : $-37°6'$.

(2) Longitude : $-126°0'$; latitude : $+49°0'$.

(3) Un prisme angulaire, de grandeur suffisante et d'un petit angle réfringent, placé de-

du Soleil, sous la forme d'un spectre très-impur : les rayons transmis ensuite à travers le spectroscope vont former, dans le champ de la petite lunette, une image solaire très-nette et distincte, dans laquelle non-seulement le bord, mais encore les taches et les facules sont très-visibles. On voit le Soleil, en un mot, comme avec un verre coloré. De plus, lorsque l'image est reçue de manière qu'elle soit formée par les rayons rouges, en mettant près du bord solaire à l'extérieur la raie C de Fraünhofer, on voit la chromosphère comme une ligne brillante, détachée du disque solaire et séparée de lui par une distance égale à la hauteur de la chromosphère; mais on peut à volonté déplacer cette ligne, selon la partie de la chromosphère qu'on observe, jusqu'au contact avec le bord solaire. Il arrivera donc que, lorsque l'astre obscur couvrira la chromosphère en des points situés dans le champ de la lunette, on verra cette ligne brillante interrompue, et l'on sera averti que l'astre approche du contact. On pourra encore suivre son mouvement en portant la fente plus près du bord, et comme on voit parfaitement le bord lui-même, on pourra apprécier très-exactement l'instant dans lequel (la ligne chromosphérique disparaissant) le bord de l'astre obscur arrivera à mordre le disque de l'astre brillant.

» La vitesse considérable du mouvement lunaire fait que le temps employé par la Lune à franchir la chromosphère est très-court, en sorte que les circonstances étaient moins favorables que pour Vénus; cependant j'ai pu vérifier avec précision toutes ces particularités. Ayant dirigé le champ du spectroscope au point d'entrée de la Lune sur le bord solaire, j'ai vu nettement la ligne chromosphérique entamée, d'une manière certaine, *plus* de 11 secondes avant l'entrée sur le disque. J'en ai donné avis à l'aide qui observait le chronomètre : il n'a pas noté le temps, de peur de perdre le moment du véritable contact, mais il a retenu exactement la position de l'aiguille, qui a fourni l'intervalle que je viens d'indiquer. A la vérité, j'avais déjà vu la ligne entamée quelques secondes auparavant; mais, craignant que cette interruption de la chromosphère ne fût simplement produite par l'imperfection du mouvement d'horlogerie qui pouvait avoir déplacé la lunette, j'ai voulu attendre qu'il me fût possible de la reconnaître plus définitivement.

» Après avoir donné cet avis, j'ai surveillé avec attention les phases de la

vant l'objectif, atteindrait mieux encore le même but; mais je n'ai pu employer ceux que je possède, n'ayant pas de moyens pour en régler facilement la position angulaire, ce qui était indispensable dans cette circonstance.

ligne, et je l'ai vue nettement disparaître sur le bord du Soleil, à un instant appréciable, sans la moindre hésitation : l'incertitude n'est pas d'une fraction sensible de seconde. Après que le disque solaire a été considérablement entamé par la Lune, on distinguait qu'elle était entrée par le sommet d'une montagne : cette circonstance est très-instructive, car elle nous montre l'effet que peut produire la courbure du disque de Vénus, courbure plus grande que celle de la Lune.

» Pendant la courte durée de l'éclipse, j'ai examiné si, au voisinage du bord lunaire, la ligne chromosphérique ne présentait pas quelque particularité remarquable, dont on pût conclure l'existence d'une atmosphère lunaire. J'ai remarqué seulement : 1° que la ligne C interrompue par la Lune n'était pas nettement tranchée, mais effilée en pointe déliée; 2° que la ligne noire correspondante paraissait sur le Soleil moins noire que sur la Lune, et moins large : du reste, il n'y avait aucune diffusion ni distorsion sensible, même pour d'autres rayons dans le voisinage du rouge du spectre. Je crois ces différences faciles à expliquer sans avoir recours à l'atmosphère lunaire : l'effilement des pointes est dû à la direction très-oblique sous laquelle la Lune coupait la chromosphère, et, en effet, l'effilement était plus sensible au commencement et à la fin de la phase; la largeur plus grande observée sur la Lune est évidemment due au défaut de l'irradiation sur ce fond plus obscur, irradiation qui se produit inévitablement un peu sur le fond brillant du Soleil.

» A la fin de l'éclipse, j'ai surveillé les phases contraires à celles de l'entrée. La Lune s'est détachée en laissant voir parfaitement séparées les deux extrémités de la raie, à droite et à gauche du point de contact $——_m——$, et l'intervalle obscur *m* a disparu instantanément au moment où le sommet d'une montagne a quitté la Lune. J'ai donné alors le signal de la fin. Ensuite, j'ai continué à voir la ligne interrompue, à des distances toujours croissantes; je la distinguais encore ainsi interrompue après 25 secondes. Enfin, 48 secondes après la fin, aucune interruption n'était plus sensible. La Lune paraissait complétement sortie de la chromosphère qui, dans cette région, me parut plus élevée qu'au moment de l'entrée; c'est ce qui est d'ailleurs vérifié par le dessin général de la chromosphère, fait avant l'éclipse. Dans cet arc, il n'y avait cependant pas de protubérances.

» Pour comparer cette nouvelle manière d'observer avec l'ancienne, j'ai disposé mes deux collègues en observation à deux lunettes différentes. Le

P. Rosa observait à un excellent réfracteur de Weil (grossissement de 80 fois, ouverture de 85 millimètres); le P. Ferrari, à la lunette de Cauchoix (grossissement de 120 fois, ouverture de 6 pouces, bornée à 100 millimètres). Voici les résultats :

	Commencement.	Fin.
	h m s	h m s
P. Secchi........................	8.42.57,8	9.30.51,1
P. Ferrari........................	8.43.11,6	9.30.39,3
P. Rosa........................	8.43. 7,9	9.30.38,5

» En comparant mon observation à la moyenne des deux autres, on trouve que le premier contact a été anticipé par moi de 11ˢ,9; la sortie a été retardée de 12ˢ,2. Ce résultat pouvait être prévu, car l'observateur peut ici suivre pas à pas la marche de la Lune avant les contacts, et décider de l'instant avec plus de précision que dans la méthode ordinaire.

» Il était également intéressant de comparer mon résultat avec le moyen spectroscopique ordinaire, dans lequel on observe les protubérances, et qui a été proposé par M. Zöllner. N'ayant pas de spectroscope facilement applicable à un autre réfracteur, je profiterai des résultats déjà publiés par M. Respighi (*Gazetta officiale*, n° 145). Les moments d'entrée et de sortie obtenus par ce savant, ou plutôt les instants de la rupture de l'anneau de la chromosphère (comme il le dit lui-même) ont été les suivants :

	Commencement.	Fin.
	h m s	h m s
Respighi........................	8.42.35,9	9.31. 3,4
Secchi........................	8.42.57,8	9.30.51,1
Différence............	0.00.21,9	0.00 12,3

» Ainsi M. Respighi est en avance sur moi au commencement, et en retard à la fin; la différence de durée serait 34ˢ,2. Cette différence (eu égard au voisinage des stations) est due seulement à la manière d'observer. Mais, dans la méthode employée par M. Respighi, on ne voit pas le disque solaire directement; on ne l'apprécie qu'indirectement par la fin de la chromosphère dont l'anneau se brise, et l'on sait que le Soleil, vu de cette manière, présente toujours une indécision de bord considérable : je crois donc que ce résultat est vraiment en excès. Cet excès peut bien tenir à la différence qui existe entre la *limite inférieure* de la chromosphère et le *bord solaire;* cet intervalle n'est pas nul, ainsi que je l'ai fait remarquer en 1869. Les éclipses ont montré aussi qu'il existe là, interposée, une couche de vapeurs métalliques très-complexes, de sorte que *la base de la chromosphère hydrogénique* n'est pas, rigoureusement parlant, la *limite du bord solaire.*

J'ai déjà mentionné dans ma dernière Communication que l'on constate en ce point une raie noire très-prononcée, visible avec une fente élargie, et qui contribue sans doute à la différence des deux résultats.

» Somme toute, je crois que la comparaison entre mon observation et les résultats fournis par la méthode ordinaire, employée par M. Respighi, conduit aux indications suivantes, importantes pour le passage de Vénus :

» 1° Pour obtenir un premier avertissement quelconque, on pourra employer le spectroscope ordinaire, comme pour l'observation des protubérances : l'expérience prouve que M. Respighi a vu l'entrée sur la chromosphère avant moi; donc, pour un avertissement général, cette méthode est excellente et préférable.

» 2° Après avoir obtenu cet avertissement de l'entrée de Vénus sur la chromosphère, on montera le prisme en avant de la fente, pour obtenir l'image solaire définitive et directe dans le champ du spectroscope. Ce prisme sera préférablement objectif, car les prismes à vision directe absorbent trop de lumière et sont sujets à des avaries. J'ai fait ma découverte avec le prisme objectif, et je ne lui ai substitué le prisme à vision directe que pour faciliter l'observation (1); lorsque l'angle d'entrée sera connu d'avance, il n'y aura aucune nécessité, pour l'observation de Vénus, d'avoir un mouvement du prisme objectif pour régler la position angulaire. On aura tout le temps de faire cette addition, si l'on a bien pris les mesures d'avance, et l'on pourra observer l'entrée sur le disque solaire avec toute la précision possible, pour le premier contact.

» 3° Pour le deuxième contact intérieur, on pourra employer, soit cette méthode, soit la méthode ordinaire; car la fermeture du cercle sera indépendante de la chromosphère et de tout le reste. Ces observations différentes seront très-précieuses, bien que la parallaxe ne doive se conclure que de la dernière : la multiplicité des observations offrira cet avantage, qu'*on ne perdra rien* de ce qui est essentiel, lors même qu'elles viendraient à faire défaut. »

---

(1) La dépense d'un tel prisme objectif est considérable pour une ouverture assez grande. Je déclare ici que je serais disposé à prêter mon excellent prisme objectif de six pouces, à ceux des observateurs qui voudraient en profiter pour le passage de Vénus.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude sur l'action des principaux dérivés de l'alcool amylique sur la lumière polarisée;* par MM. Is. Pierre et Ed. Puchot.

« L'alcool amylique exerce une action sensible sur la lumière polarisée; cette action peut être assimilée à celle d'une solution de sucre à 1,4 pour 100, mais elle s'exerce en sens inverse.

» Sans contester l'existence du second alcool amylique signalé par M. Pasteur, nous pouvons affirmer qu'il n'a pas pris naissance, ou du moins que nous ne l'avons jamais rencontré dans les réactions variées auxquelles nous avons soumis l'alcool amylique pur ordinaire de fermentation.

» Ce dernier nous a offert une singularité digne d'attention, parce que l'on n'en connaît guère d'exemples; son action sur la lumière polarisée augmente d'un tiers de sa valeur par l'addition d'environ 6 pour 100 d'eau.

» Mais si l'alcool amylique révivifié de ses éthers, ou l'alcool amylique résidu d'une oxydation incomplète ne paraît avoir subi aucune modification appréciable dans le sens ni dans l'intensité de son action sur la lumière polarisée, il n'en est plus de même pour ses dérivés éthérés ni pour ceux qui ont pris naissance sous l'influence oxydante d'un mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potasse, en présence de l'eau en proportion convenable. En effet, le premier de ces produits d'oxydation, l'*aldéhyde* amylique, dévie le plan de polarisation dans un sens *opposé*, c'est-à-dire dans le même sens que le sucre cristallisé; cette déviation est égale, pour l'aldéhyde pure, à celle que produirait une solution de sucre cristallisé à 1 pour 100.

» Il importe toutefois, au sujet de l'aldéhyde amylique, de ne pas perdre de vue ce fait important, que *son degré de pureté peut avoir une très-grande influence sur l'amplitude de sa déviation*. En effet, en opérant sur un échantillon d'aldéhyde brute, non purifiée et saturée d'eau, nous avons trouvé une déviation *triple* de celle que produit l'aldéhyde pure.

» L'accroissement de déviation qu'éprouve l'alcool amylique, par suite de son mélange avec quelques centièmes d'eau, pourrait faire croire à un résultat semblable dans le cas qui nous occupe; mais nous avons reconnu, par l'expérience directe, que telle n'est pas la cause de l'accroissement de déviation observé sur l'aldéhyde brute, parce que l'aldéhyde amylique pure saturée d'eau a un pouvoir rotatoire sensiblement inférieur à celui de l'aldéhyde anhydre.

» Le second produit d'oxydation, le valérianate amylique, isomère avec l'aldéhyde précédente, exerce sur le plan de polarisation de la lumière une

déviation énorme, dans le même sens que celle de son isomère, l'aldéhyde amylique, mais près de *sept fois* plus considérable, et égale à celle d'une solution de sucre candi à 6,6 pour 100.

» L'acide valérianique, autre produit plus avancé d'oxydation de l'alcool amylique, agit aussi, et dans le même sens que les deux précédents, sur la lumière polarisée; l'intensité de cette action peut se mesurer par celle que produirait une solution de sucre à 0,825 pour 100, c'est-à-dire qu'elle est *huit fois* moindre que celle du valérianate amylique.

» Les valérianates méthylique, éthylique, propylique et butylique agissent aussi, et tous dans le même sens, sur la lumière polarisée.

» Il en est encore de même du butyrate amylique, mais ce dernier, bien qu'isomère avec le valérianate butylique, a une action déviatrice bien plus considérable.

» Cette action optique semble donc inhérente à la molécule amylique, avec cette distinction, pourtant, que la molécule modifiée dans les éthers ou dans les produits d'oxydation agit en sens inverse de la molécule alcoolique naturelle; c'est, du moins, ce que nous avons observé avec l'alcool amylique de fermentation.

» En rapportant toutes nos indications au saccharimètre optique de Soleil, et en affectant du signe + les déviations de même sens que celle du sucre cristallisé, et du signe — celles de sens inverse, nous pourrons représenter de la manière suivante les résultats obtenus :

	Densité à zero.	Température d'ébullition.	Déviation.
Valérianate amylique	0,874	190°	+40°
Butyrate amylique.........	0,8769	170,3	+ 8,5
Valérianate butylique.............	0,8884	173,4	+ 3
Valérianate propylique............	0,8862	157	+ 9
Valérianate éthylique.............	0,886	135,5	+12,5
Valérianate méthylique...........	0,9005	117,5	+ 8,5
Acide valérianique monohydraté....	0,947	178	+ 5
Alcool amylique anhydre.....	0,8255	130	— 8,5
Alcool amylique à 6 p. 100 d'eau...	»	»	— 11
Aldéhyde amylique pure..........	0,8209	92,5	+ 6
Aldéhyde *brute* hydratée..........	»	»	+18.

» Le seul fait général qui semble ressortir des résultats qui précèdent, c'est l'existence d'un pouvoir rotatoire dans tous les dérivés amyliques dont nous avons fait l'étude à ce point de vue spécial.

» Dans son union avec les molécules originairement inactives, l'acide valérianique peut conserver son activité, comme dans les valérianates mé-

thylique, éthylique, propylique et butylique. Ce pouvoir peut même augmenter, malgré la présence de cette molécule inactive, comme nous l'avons constaté dans les valérianates propylique, éthylique et méthylique.

» Nous avons vu le même fait se produire dans l'alcool amylique hydraté.

» Enfin nous avons reconnu que, dans deux composés actifs isomères, comme le valérianate butylique et le butyrate amylique, l'isomérie n'entraîne pas nécessairement l'égalité de pouvoir rotatoire. La différence peut même être extrêmement considérable, comme lorsqu'il s'agit de l'aldéhyde amylique et de l'éther valéramylique.

» Il ne paraît pas non plus exister de relation définie entre les pouvoirs rotatoires de deux composés isomères actifs et leurs densités respectives. Sur deux composés isomères assez voisins par leur origine, l'un peut être doué du pouvoir rotatoire, tandis que l'autre en sera complétement dépourvu. C'est ainsi que le butyrate butylique n'a pas d'action sensible sur la lumière polarisée, tandis que son isomère, le valérianate propylique, exerce une action égale à celle d'une solution de sucre candi à 1,48 pour 100.

» Bien qu'il ne paraisse pas exister de relations simples et faciles à saisir entre les pouvoirs rotatoires des diverses substances que nous avons étudiées et leur constitution moléculaire admise, nous avons pensé que la constatation de cette propriété, ainsi que la mesure de son intensité pour un certain nombre d'entre elles, pourrait offrir quelque intérêt, tant au point de vue de leur exacte spécification, qu'à d'autres points de vue d'un ordre plus général ou plus élevé. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre, qui remplira, dans la Section de Mécanique, la place laissée vacante par le décès de M. *Ch. Dupin*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 54,

M. Resal obtient	31	suffrages.
M. Bresse.	17	»
M. Boussinesq.	3	»
M. Haton de la Goupillière.	1	»
M. Maurice Lévy	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. Resal, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats à la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. le baron *Liebig*. Cette Commission doit se composer de trois Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, de trois Membres pris dans les Sections de Sciences physiques, et du Président de l'Académie.

Les Membres qui ont obtenu le plus de voix sont : dans les Sections de Sciences mathématiques, MM. Liouville, Morin, Becquerel, Chasles, Élie de Beaumont; dans les Section de Sciences physiques, MM. Dumas, Chevreul, Boussingault, Milne Edwards. La Commission se composera donc de M. de Quatrefages, Président en exercice, et de MM. Liouville, Morin, Becquerel, Dumas, Chevreul et Milne Edwards, M. Boussingault étant absent.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

BOTANIQUE. — *Développement des Algues d'eau douce du genre* Batrachospermum; *générations alternantes.* 2e Note de M. Sirodot (1).

(Renvoi à la Commission nommée pour le concours du prix Desmazières.)

« Les conclusions principales d'un Mémoire récent (2) publié dans les *Annales des Sciences naturelles* (*Botanique*, 5e série, t. XVI) ont établi que, chez les Algues d'eau douce de la famille des Lémanéacées, l'espèce comprend deux individus représentant, l'un, l'appareil de la végétation; l'autre, celui de la fructification; que l'individu végétatif *vivace* produit une végétation annuelle dont l'individu fructifère n'est d'abord qu'un ramuscule; qu'enfin l'indépendance de l'individu fructifère se réalise promptement par l'émission, à sa base, d'un faisceau spécial de filaments radicellaires. Cet ensemble de faits se reproduit tout entier dans le genre *Batrachospermum*, et, de plus, se complète par la multiplication de la première

(1) *Voir Comptes rendus*, 12 mai 1873, p. 1216 de ce volume.

(2) *Étude anatomique, organogénique et physiologique sur les Algues d'eau douce de la famille des Lémanéacées.*

forme au moyen de corpuscules analogues à des spores, mais au développement desquels n'a point concouru la fécondation sexuelle.

» Chez les Lémanéacées, l'individu végétatif s'étend en surface par bourgeonnement sur filaments radicants, mais ne se multiplie pas à l'aide d'éléments devenus libres par division spontanée. Chez les Batrachospermes, au contraire, des corps reproducteurs particuliers sont susceptibles de répéter la première forme pendant plusieurs générations successives, avant l'apparition des individus sexués.

» Les organes de la végétation annuelle des Lémanéacées présentent de telles analogies avec ceux des *Chantransia* à l'état stérile, que la distinction ne devient possible qu'après la comparaison des diamètres des axes et de la distribution de l'endochrome. Dans le genre *Batrachospermum*, le premier état réunit si exactement et si complétement tous les caractères distinctifs des *Chantransia* (au moins pour la grande majorité des espèces, du reste assez vaguement limitées), qu'on se trouve dans l'obligation d'admettre l'identité.

» Alors le type *Chantransia* et le type *Batrachospermum* sont deux formes qui apparaissent successivement dans la même espèce ; la première (*Chantransia*) non pourvue d'organes sexuels, se multipliant par des corpuscules reproducteurs unicellulaires, auxquels conviendrait la dénomination de *sporules* ou de *propagules*; la seconde (*Batrachospermum*) portant les organes mâles et femelles, dont le rapprochement produit les corps reproducteurs proprement dits ou *spores*.

» De la germination de ces spores résulte un *Chantransia ;* et celui-ci, après s'être multiplié par *sporules* ou *propagules*, produit le *Batrachospermum* sous la forme d'un ramuscule hétéromorphe, par les *filaments articulés corticaux* jouant le rôle de radicelles. Cette succession de phénomènes me paraît présenter nettement tous les caractères d'une *génération alternante*.

» La vérification des faits, sur lesquels j'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie, placerait l'observateur en face des difficultés les plus sérieuses, si elles n'étaient prévues.

» Le point capital à vérifier est incontestablement l'apparition du Batrachosperme, sous la forme d'un ramuscule hétéromorphe dans la ramification d'un *Chantransia*. Mais le fait bien connu de la multiplication des *Chantransia* par des organismes unicellulaires, qu'on pouvait assimiler à des spores germant sans fécondation, indique assez que plusieurs générations peuvent se succéder avant la métamorphose; de là une première cause de tentatives infructueuses.

» En outre, le *Chantransia* sur lequel naît la forme sexuée, le Batrachosperme, est très-généralement réduit dans ses dimensions; il devient indispensable de suivre les modifications du type normal pour s'assurer de l'identité : seconde difficulté.

» Si toutes les espèces du genre *Batrachospermum* étaient annuelles, la connaissance de l'époque à laquelle ils commencent à se montrer abrégerait le travail de la vérification. Malheureusement il n'en est pas toujours ainsi; les types les mieux connus, compris dans ma section des *Moniliformia*, sont *vivaces*, soit que les axes principaux de la végétation dépouillés des ramuscules fasciculés constituant les verticelles persistent, d'une année à l'autre, pour devenir le point de départ d'une nouvelle ramification, soit que, toute la végétation annuelle disparaissant, il ne reste qu'un système radicant comme chez les Lémanéacées, ce qui est le cas le plus général dans la première section. Alors le début de la végétation annuelle ne laisse pas soupçonner l'existence d'une première forme; aussi ai-je pu, pendant toute une année, suivre le développement sur l'espèce la plus commune, le *B. moniliforme*, sans me douter des rapports qui lient les *Chantransia* aux Batrachospermes. Cette troisième difficulté était le principal écueil.

» Chez ces Batrachospermes vivaces, le jeune individu, ramuscule hétéromorphe d'un *Chantransia*, est à peine fixé par les filaments corticaux, que la végétation des extrémités radicellaires se modifie pour constituer un nouveau système végétatif radicant, d'où s'élèveront de nouveaux éléments caulinaires, s'ajoutant à l'élément primitif pour constituer un cespitule; fait important à signaler, car ce mode d'accroissement du cespitule est de nature à masquer l'origine du premier élément : quatrième difficulté.

» Le *Chantransia* se multiplie; mais, si féconde que soit la nature dans le procédé de multiplication, son origine première et principale ne s'en trouve pas moins dans la germination des spores des Batrachospermes, de telle sorte que, si ce dernier n'était fertile que dans des circonstances exceptionnelles, la première forme pourrait faire défaut dans la plupart des localités. Or c'est précisément ce qui arrive dans ma seconde section des *Turfosa*. Ici la conservation de l'espèce est assurée par un double procédé : en premier lieu, par l'extension presque indéfinie d'une mince pellicule constituant le système radicant; en second lieu, par des corpuscules unicellulaires, comparables de tous points à ceux qui multiplient les *Chantransia*. Ces sporules se développent à la fois sur des cespitules microscopiques qui, sur le système radicant, sont le prélude de la végétation annuelle, et dans les verticilles aux extrémités des ramuscules fasciculés.

» Ce procédé de multiplication de la forme batrachosperme n'appartient pas exclusivement aux espèces de la section des *Turfosa;* je l'avais déjà observé sur un type stérile qui ne me paraît encore aujourd'hui qu'une variation dans le *B. moniliforme*. Ainsi, dans la forme batrachosperme, la reproduction par les organes sexuels peut être précédée ou remplacée par une multiplication au moyen de *sporules* ou de *propagules*. On comprend que cette complication devenait une difficulté de plus dans l'étude du développement.

» Ce n'est donc pas sur les espèces classées dans les deux premières sections que je proposerai de chercher la vérification du fait de la *génération alternante;* la succession des phénomènes sera, au contraire, facilement suivie dans les deux autres sections.

» Toutes les espèces que je distingue dans la troisième section (*Helminthosa*) sont annuelles; à la fin de la période de végétation, la forme sexuée, le Batrachosperme, disparaît sans laisser de traces, parce que le rôle des filaments corticaux issus des verticilles les plus inférieurs est plus limité que dans les sections précédentes; il fixe l'individu sans devenir l'origine du système radicant qui le rend vivace. Il suffit donc d'être bien renseigné sur les stations favorites des espèces du groupe, et sur l'époque à laquelle commence à paraître le ramuscule hétéromorphe dans la ramification d'un *Chantransia*. Mes stations les mieux caractérisées sont les ruisseaux qui traversent ou ont traversé les terrains tourbeux, surtout s'ils coulent sur les grès siluriens. La végétation des *Chantransia* débute en automne; pendant tout l'hiver, plus tôt ou plus tard, suivant les espèces, les premiers rudiments du Batrachosperme seront observés au microscope avec un grossissement de deux à trois cents diamètres.

» La quatrième section (*Virescentia*) est de toutes celle où la transformation se présente avec la plus grande netteté; les conditions favorables à l'observation résultent ici de ce que le ramuscule hétéromorphe occupe fréquemment les sommités de la ramification du *Chantransia*. Un premier examen fait à la loupe dirige sûrement dans le choix des éléments d'une heureuse préparation microscopique. Les espèces de cette section me paraissent distribuées dans des stations très-variées : je les rencontre dans les fontaines, les ruisseaux et les rivières à fond pierreux, et plus particulièrement dans les canaux situés au-dessous des roues des moulins.

» Toutes les espèces aujourd'hui comprises dans le genre *Chantransia* ne seront-elles que la première forme d'un *Batrachospermum?* Je ne le crois pas. J'ai observé et préparé avec le plus grand intérêt une espèce minus-

cule, parasite sur les Batrachospermes, que Lenormand avait recueillie dans les environs de Vire, et qui, depuis, figure dans le *Species algarum* de M. Kutzing sous le nom de *Chantransia investiens*. Dans son premier âge, elle se multiplie avec une étrange rapidité par des *sporules* ou *propagules*, comme les *Chantransia;* mais le même individu, après s'être ainsi multiplié, offre bientôt après les organes de la fécondation sexuelle; les *anthéridies* sessiles au sommet élargi en plateau des axes principaux de la ramification, le *trichogyne* longuement filiforme, terminant un rameau latéral unicellulaire. Après la fécondation, la cellule couronnée par le trichogyne devient le centre d'une ramification corymbiforme, sur laquelle les spores sont terminales. Me fondant sur cette observation, il est permis de considérer les espèces du genre *Chantransia* sur lesquelles il existe des organes sexuels comme constituant un groupe fort éloigné des espèces non sexuées, forme première des Batrachospermes.

» Chez quelques espèces du genre *Batrachospermum,* les organes mâles et femelles, d'une observation facile, offrent les conditions les plus favorables à l'étude des phénomènes essentiels de la fécondation. J'aurai l'honneur de soumettre prochainement au jugement de l'Académie mes observations sur ce point délicat de la Physiologie végétale. »

PATHOLOGIE. — *Sur la nature et le traitement des oreillons.* Mémoire de M. Bouchut. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Cloquet, Cl. Bernard, Pasteur, Bouillaud.)

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie le résultat de recherches nouvelles sur la *nature* et le *traitement* des oreillons.

» Jusqu'ici considérés comme une fluxion de nature inconnue chez les enfants, ou comme une inflammation de la glande parotide chez les adultes, les oreillons, d'après mes recherches, ne sont qu'une rétention salivaire due à l'inflammation catarrhale du conduit excréteur parotidien.

» Sous l'influence de ce catarrhe du canal excréteur de la glande, il se fait une obstruction momentanée, qui retient la salive.

» Chez les enfants pris de ce mal dans un bon état de santé, la maladie n'a pas de gravité et ne suppure pas.

» Chez les sujets atteints de septicémie typhoïde, au contraire, en raison de cette septicémie ou bactériémie, les oreillons sont très-graves, ils suppurent toujours et entraînent fort souvent la mort. Il n'y a qu'un moyen de conjurer le péril que fait courir l'oreillon septicémique en voie de sup-

puration, c'est de pratiquer de nombreuses mouchetures sur la parotide, avant que le pus déjà infiltré soit rassemblé en foyer. »

ZOOLOGIE. — *Note sur l'*Hylodes martinicensis *et ses métamorphoses.* Note de M. A. **Bavay.**

(Commissaires : MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Blanchard.)

« J'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie les résultats de mes recherches sur un batracien du groupe des *Phanéroglosses*, de la famille des *Hylæformes* et du genre *Hylodes*. Les auteurs le nomment *Hylodes martinicensis;* les habitants de la Guadeloupe, où il abonde et où je l'ai étudié depuis 1871, le qualifient improprement du nom de grenouille.

» L'animal sort de l'œuf *avec la forme qu'il doit garder toute sa vie;* voici le fait qui m'a conduit à rechercher les causes d'une exception aussi singulière.

» On sait que la Guadeloupe est entièrement formée de trapps, tufs volcaniques, pouzzolanes, etc., recouverts d'une couche assez épaisse de terre végétale, non argileuse, qui ne permet pas la stagnation des eaux. Quant aux rivières, leur allure très-torrentueuse s'oppose encore à la présence du têtard.

» L'élimination du têtard dans les métamorphoses de cet animal me paraissait d'autant plus probable que je rencontrai, dès mes premières recherches, des individus évidemment fort jeunes, à en juger par leur petite taille. C'est alors que, en examinant attentivement plusieurs séries de petits œufs sphériques, transparents, de 3 à 4 millimètres de diamètre, je distinguai dans quelques-uns d'entre eux, posé sur une masse vitelline d'un blanc sale, un embryon à corps mince, pourvu d'une grosse tête, de quatre membres styliformes et d'une queue repliée. Cet embryon se mouvait rapidement et changeait de place quand on touchait l'œuf.

» Grâce à la grande transparence de ces œufs, il me fut facile d'établir les fait suivants :

» 1° L'animal commence sa vie dans l'œuf par un mouvement rotatoire et lent des linéaments de l'embryon.

» 2° L'embryon formé poursuit avec plus de vitesse son mouvement rotatoire, mais dans un plan horizontal.

» 3° Les branchies se forment ensuite dans l'œuf, pour y disparaître peu de temps après.

» 4° La larve dans l'œuf est munie de pattes et de queue.

» 5° La queue de la larve est très-développée et renferme des vaisseaux

volumineux, ramifiés à l'infini, qui semblent faciliter la respiration de l'animal.

» 6° Enfin la queue se détache dans l'œuf et l'*Hylodes* en sort avec sa forme définitive.

» Bien que mes observations soient assez nombreuses pour ne pouvoir entrer dans le cadre de cette Note, je suis encore loin d'avoir terminé une étude qui exige plus de précision qu'il ne m'a été possible d'en apporter, à cause de l'imperfection des moyens d'investigation dont j'ai pu disposer.

» J'ajouterai encore que, grâce encore au volume de l'œuf, de l'embryon et à la transparence de l'enveloppe protectrice, les observations sont singulièrement facilitées. On peut voir, sans le secours d'aucun instrument, l'apparition de la vie se manifestant par ce singulier mouvement rotatoire qui se prolonge pendant deux jours. »

M. J. DE LA COUX soumet au jugement de l'Académie un perfectionnement aux appareils graisseurs des machines. Ce perfectionnement consiste dans l'emploi de graisseurs en verre, munis d'un filtre en toile métallique étamée, destiné à purifier les huiles industrielles des substances étrangères, et blindés au besoin.

(Commissaires : MM. Morin, Rolland, Tresca, Hervé Mangon.)

M. N. KORSHUNOFF adresse la description d'un « manomètre à poudres » et d'un « manomètre hydraulique ».

(Commissaires : MM. Morin, Rolland, Tresca.)

M. L. FAURE adresse, par l'entremise de M. Larrey, des « Recherches ethnographiques sur les peuples septentrionaux de l'Afrique, et en particulier sur les Berbers ».

Cette Communication sera soumise à l'examen de M. de Quatrefages.

L'Académie reçoit, pour les différents Concours dont le terme est fixé au 1er juin, outre les ouvrages imprimés, mentionnés au Bulletin bibliographique, les pièces suivantes :

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES (Histoire des phénomènes génésiques qui précèdent le développement de l'embryon chez les animaux dioïques, dont la reproduction a lieu sans accouplement).

M. BALBIANI : « Considérations générales sur la constitution des organes générateurs des animaux, comme propres à expliquer la reproduction soli-

taire des pucerons »; Mémoire manuscrit, avec planches qui seront restituées à l'auteur; — « Sur la reproduction et l'embryogénie des pucerons »; Note imprimée. — « Sur la génération des Aphides »; deux Notes imprimées. — « Sur le développement des Aranéides »; Note imprimée.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES (Étude de la fécondation dans la classe des Champignons).

ANONYME : Mémoire avec planches. Ce Mémoire porte pour épigraphe : « *Pulcherrima plantarum* ».

ANONYME : Mémoire portant pour épigraphe : « Pour bien savoir les choses, il en faut savoir le détail; etc. ».

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES (Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France).

M. FISCHER : Mémoire manuscrit.

PRIX BORDIN (Faire connaître les ressemblances et les différences qui existent entre les productions organiques de toute espèce des pointes australes des trois continents, etc.).

ANONYME : Mémoire intitulé : « Recherches sur la Faune des régions australes ». Ce travail est accompagné de quatre atlas qui seront restitués à l'auteur.

PRIX BORDIN (Étude de l'écorce des plantes dicotylédones, etc.).

ANONOYME : Mémoire portant pour titre : « Recherches anatomiques sur la structure de l'écorce des dicotylédons.

CONCOURS LACAZE (Progrès de la Physique).

Mme CLÉMENCE ROYER : Traité atomique de l'unité de la matière et de ses forces. — Huit Mémoires manuscrits.

M. DEZAUTIÈRE : « Considérations nouvelles sur la formation de la grêle, etc. »

Cette Note est mentionnée au *Compte rendu* de la séance du 15 juillet 1872.

ANONYME : « De quelques détails capitaux négligés dans l'étude des faits physiques, chimiques et organiques ».

CONCOURS LACAZE (Progrès de la Physiologie).

M. P. BERT : « Recherches expérimentales sur l'influence que les modi-

fications de la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie »; Mémoire manuscrit : — « Leçons sur la physiologie comparée de la respiration »; 1 vol. in-8°. — Neuf Notes diverses, extraites des *Comptes rendus.*

CONCOURS MONTYON (Médecine et Chirurgie).

M. E. DECAISNE : « Etude médicale sur les buveurs de vermouth et de bitter; sur l'usage et le mode d'action de l'huile de foie de morue en thérapeutique ». Trois Mémoires manuscrits.

M. FAUCONNET : « Essai d'études sur diverses maladies simples et composées ». — Mémoire manuscrit.

M. PAUL REDARD : « Des abaissements de température dans les maladies, etc. » — Mémoire manuscrit.

CONCOURS MONTYON (Arts insalubres).

M. GERARDIN : Sur l'insalubrité et l'assainissement des rivières de l'arrondissement de Saint-Denis.

MM. TABOURIN et LEMAIRE : « Sur un procédé qui permet la régénération à l'état d'acide arsénieux de tout l'arsenic contenu dans les résidus de la fabrication de la fuchsine ». — Notes et pièces diverses.

CONCOURS MONTYON (Physiologie expérimentale).

MM. PAQUELIN et JOLLY : « Du rôle physiologique de l'élément phosphoré ».

CONCOURS MONTYON (Statistique).

M. H. BERTRAND : Géographie et Statistique médicales de la France. — Mémoire manuscrit.

CONCOURS BRÉANT (Choléra).

ANONYME : Note sur le choléra.

CONCOURS BARBIER.

ANONYME : Action chimique et physiologique de l'iode sur le sang; Propriétés chimiques de l'hématoglobuline iodée.

CONCOURS PLUMEY.

M. QUIMBEL : Note sur différentes inventions relatives à la Marine.

CONCOURS TRÉMONT.

M. BRACHET : Note sur une lampe électrique.

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les tomes I et II d'un ouvrage de M. *L. Figuier*, intitulé « Vies des Savants illustres, depuis l'antiquité jusqu'au XIXe siècle (2e édition) ».

M. F. GARNIER écrit, de Shanghaï, qu'il compte entreprendre un voyage dans le Thibet oriental. L'auteur indique les points principaux de l'itinéraire qu'il se propose de suivre; il sollicite l'appui de l'Académie et l'indication des sujets d'études qui lui paraîtraient devoir être abordés.

(Renvoi à Section de Géographie et Navigation.)

ASTRONOMIE. — *Documents relatifs à la Comète à courte période II*, 1867, communiqués, au nom de MM. **HIND**, **STEPHAN**, **HENRY** (**PAUL** et **PROSPER**), **ANDRÉ** et **BAILLAUD**, par M. Le Verrier.

« M. HIND adresse, de l'Observatoire de Twickenham, les éléments de l'orbite qu'il a calculés sur les observations de Marseille, du 3 avril et du 1er mai, de Twickenham, du 22 mai.

$$T = 1873,\ \text{mai}\ 9{,}74218,\ \text{Greenwich.}$$

$$\left.\begin{array}{rl} \pi = & 238^\circ.\ 1'.\ 6'',0 \\ \Omega = & 78.43.18{,}9 \end{array}\right\}\ \text{E.M. } 1873{,}0$$

$$\begin{array}{rl} i = & 9.45.49{,}1 \\ \varphi = & 27.31.14{,}6 \\ \log a = & 0{,}5173827 \\ \mu = & 594'',19987 \end{array}$$

» En comparant à l'observation faite à Marseille, le 23 mai, par M. Stephan, je trouve, dit M. Hind, les erreurs :

En ascension droite.... $-5'',8$,
En distance polaire.... $+8'',2$;

elles sont moindres que je ne l'aurais supposé, eu égard à la difficulté que nous avons éprouvée à voir la Comète le 22.

» Le 31 mai, M. Hind adresse une éphéméride calculée sur les éléments précédents, et qui pourra servir en la prochaine absence de la Lune. Elle

est, pour 12 heures, temps moyen de Greenwich,

1873.	Asc. droite.	Dist. polaire.	Log. Δ.
Juin 12.........	16.17.43,6	109.54.56	9,90129
14.........	16.50,7	110.15.47	9,90538
16.........	16. 4,0	110.36.48	9,90984
18.........	15.23,7	110.57.40	9,91466
20.........	14.50,1	111.18.19	9,91982
22.........	14.23,7	111.38.44	9,92529
24.........	14. 4,9	111.58.53	9,93106
26.........	13.53,9	112.18.45	9,93711
28.........	13.51,1	112.38.19	9,94342
30.........	13.56,7	112.57.34	9,94996
Juillet 2.........	14.10,8	113.16.31	9,95671
4.........	14.33,6	113.35. 9	9,96365
6.........	16.15. 5,3	113.53.30	9,97077

» Les astronomes de l'Observatoire de Paris ont fait de cette Comète les observations suivantes :

1873.	T. m. de Paris.	Asc. droite.	Dist. polaire.	Étoile de comp.	Observateurs.
Mai 27..	12.27.33	16.26.58,5	107. 4.38	30172 Lal.	Paul et Prosper Henry.
28..	10.42. 2	16.26.24,6	107.14.15	30030 Lal.	Paul et Prosper Henry.
28..	12.55.54	16.26.18,7	107.14.55	30030 Lal.	André et Baillaud.
29..	11.51.30	16.25.42,0	107.24.53	30030 Lal.	André et Baillaud.

» La Comète, d'après M. Wolf, paraît comme une nébulosité ronde, assez visible, avec une apparence de concentration augmentant progressivement des bords au centre, et d'un diamètre de 1 minute à 1 ½ minute.

» M. STEPHAN a encore fait à Marseille, le 29 mai, une observation du même astre :

Temps moyen de Marseille (N.-O.) = $11^h 49^m 56^s$.

Ascension droite = $16^h 25^m 44^s,64 - \bar{3},94$ log fact. parallaxe.

Distance polaire = $107° 25' 16'',5 - 0,8908$.

» L'étoile de comparaison est aussi 30030 Lal. Oph. 8ᵉ. »

ASTRONOMIE. — *Nouvelle petite planète, découverte à Washington.* Dépêche télégraphique de M. J. Henry, communiquée par M. Le Verrier.

« M. J. Henry, Secrétaire de la Smithsonian Institution, nous proposa, il y a quelques semaines, d'échanger entre l'Amérique et la France les nouvelles des découvertes astronomiques, au moyen du télégraphe transatlantique. Les Compagnies américaines et la Compagnie transatlantique autorisaient ces envois à titre gratuit, libéralité dont il est juste de leur adresser les remercîments de la Science. L'Administration télégraphique française s'est empressée de donner son adhésion.

» En conséquence, une nouvelle petite planète ayant été trouvée le 26 mai, la nouvelle nous en était adressée par M. S. Henry, et nous parvenait en des termes qu'il est bon de conserver :

« Planet sixteen fourteen south twenty one eighteen motion due west » eleventh. »

» Le Directeur de l'Observatoire de Marseille, à qui la dépêche fut aussitôt transmise, en a fait un excellent usage :

« Je vous remercie, écrit M. Stephan, d'avoir bien voulu me communiquer la dépêche de l'Institution Smithsonienne; j'ai chargé M. Borrelly de chercher la nouvelle planète, le soir même, et il l'a rencontrée » tout de suite. Depuis lors, elle a été observée tous les soirs, et nous continuerons à la suivre. Voici les quatre observations :

1873.	T. m. de l'Observre.	Asc. droite.	l. f. p.	Dist. polaire.	l. f. p.	Ét. de c.	Obs.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Mai 27...	11.21.15	16.13.27,29	$-\bar{2},783$	111.18.13,0	−0,9052	*a*	B
28...	11.46.59	16.12.24,29	p. nulle.	111.18.31,9	−0,9064	*b*	C
29...	11. 4.47	16.11.23,85	$-\bar{2},815$	111.18.36,3	−0,9046	*b*	S
30...	12. 2 51	16.10.19,27	$+\bar{2},728$	111.18.41,2	−0,9055	*b*	C

» La planète a l'éclat d'une étoile de 11-12e grandeur.

Positions moyennes adoptées des étoiles de comparaison pour 1873,0.

	Grandeur.	Ascens. droite.	Distance polaire.	Autorité.
		h m s	° ′ ″	
a	6e	16.13.12,38	111.31.51,9	rapportée à 29547 Lal.
b	8e	16.14.39,79	111.20.55,3	»

» La première observation a été faite au chercheur et par un très-mauvais temps; elle mérite donc moins de confiance que les trois dernières faites à l'équatorial, et avec lesquelles elle offre une assez forte discordance pour la distance polaire. »

GÉOMÉTRIE. — *Propriétés relatives aux déplacements d'un corps assujetti à quatre conditions.* Note de M. RIBAUCOUR, présentée par M. O. Bonnet.

« Pendant le déplacement d'un corps assujetti à cinq conditions, toute droite normale à la trajectoire d'un de ses points est aussi normale aux courbes décrites par ses autres points. A chaque instant, l'ensemble des droites du corps qui jouissent de cette propriété forme un complexe du premier ordre, bien connu depuis les travaux de MM. Chasles, Plücker et Mannheim.

» Je me propose d'étudier dans cette Note un complexe analogue que l'on rencontre lorsque l'on considère les déplacements d'un corps assujetti à quatre conditions seulement.

» M. Mannheim, le premier, a étudié ce mode de déplacements (*Mémoires des Savants étrangers*, t. XX) et a démontré que *les normales aux surfaces trajectoires des points, ainsi que les normales aux surfaces enveloppes de surfaces, rencontrent toutes deux mêmes droites* D, Δ. Il pourra paraître intéressant de retrouver cette importante proposition par la théorie des surfaces; aussi l'établirai-je en passant.

» Si l'on fait prendre au corps toutes les positions infiniment voisines d'une position déterminée, une droite quelconque engendre un pinceau. Parmi les pinceaux ainsi engendrés, il y en a qui sont des pinceaux de normales à une famille de surfaces. Les droites qui engendrent ces pinceaux particuliers appartiennent à un complexe du premier ordre, qu'on étudie facilement ainsi.

» Rapportons tous les points du corps à un trièdre trirectangle OX_1, OY_1, OZ_1 qui lui est invariablement lié. La face OX_1Y_1 enveloppe une surface (E) qu'elle touche en E et sur laquelle on peut toujours tracer un réseau octogonal (u, v) dont les tangentes EX, EY sont parallèles à OX_1, OY_1. Désignons par α, β les coordonnées de O par rapport à EX, EY et soit EZ la normale en E à (E). Les coordonnées d'un point quelconque M du corps par rapport à E sont ξ, η, ζ; elles ne diffèrent que par des constantes des coordonnées de O. Menons par M une droite déterminée par les cosinus a, b, c des angles qu'elle fait avec les axes. Portant, à partir de M, une longueur variable l, exprimant que le lieu de l'extrémité peut être octogonal aux droites données, je trouve, à l'aide des éléments du réseau

(u, v), les équations

$$\frac{dl}{du} + a\left(f + \frac{d\alpha}{du} + \eta\frac{df}{g\,dv} + \zeta P\right) + b\left(\frac{d\beta}{du} - \xi\frac{df}{g\,dv} + S\zeta\right) - c(P\xi + S\eta) = 0,$$

$$\frac{dl}{dv} + b\left(g + \frac{d\beta}{du} + \xi\frac{dg}{f\,du} + \zeta Q\right) + a\left(\frac{d\alpha}{dv} - \eta\frac{dg}{f\,du} - R\zeta\right) - c(Q\eta - R\xi) = 0.$$

» Or la surface existera si les deux valeurs de $\frac{d^2 l}{du\,dv}$ qu'on en déduit sont égales. Tenant compte des équations de Codazzi et posant

$$A = \frac{df}{g\,dv}\left(g + \frac{d\beta}{dv}\right) + \frac{dg}{f\,du}\frac{d\beta}{du},$$

$$B = \frac{dg}{f\,du}\left(f + \frac{d\alpha}{du}\right) + \frac{df}{g\,dv}\frac{d\alpha}{dv},$$

$$C = Q\frac{d\beta}{du} - R\frac{d\alpha}{du} - P\frac{d\alpha}{dv} - S\frac{d\beta}{dv},$$

$$U = P\frac{dg}{f\,du} - R\frac{df}{g\,dv},$$

$$V = Q\frac{df}{g\,dv} + S\frac{dg}{f\,du},$$

je trouve, en désignant par X, Y, Z les coordonnées courantes d'un point de la droite,

$$-(PQ + RS)(\eta X - \xi Y) + V(\zeta X - \xi Z) - U(\zeta Y - \eta Z) + A(X - \xi) - B(Y - \eta) - C(Z - \zeta) = 0.$$

On déduit sans peine de cette équation les résultats suivants :

» *Le lieu des droites du complexe qui passent par un point donné* M *est un plan* : je dirai que M est le *foyer* de ce plan.

» *Le lieu des foyers des plans passant par un point* M *est le plan dont* M *est le foyer.*

» *Le lieu des foyers des plans passant par une droite* L *est une droite* L'. Ces deux droites jouissant de propriétés réciproques seront dites *droites conjuguées*. Il est clair que toutes les droites du complexe qui rencontrent L rencontrent aussi L'.

» *Les droites du complexe qui sont parallèles à* EZ *appartiennent au plan*

$$UX - VY + C = 0.$$

» *Il y a dans chaque plan une droite que j'appellerai caractéristique, telle que les normales au plan qui la rencontrent appartiennent au complexe.*

» *Le lieu des foyers de plans parallèles est une droite qu'on peut appeler l'adjointe des plans; elle est toujours parallèle à la droite*

$$\frac{A + VZ - Y(PQ + RS)}{U} = \frac{B + UZ - X(RS + PQ)}{-V} = \frac{YU - XV + C}{PQ + RS},$$

qui est le lieu des foyers des plans qui lui sont perpendiculaires. Cette droite est l'*axe* du complexe.

Cet axe fait avec EX, EY, EZ des angles dont les cosinus sont proportionnels à U, V et PQ + RS, c'est-à-dire aux valeurs sphériques des pinceaux engendrés par OX_1, OY_1, OZ_1. Il en résulte que *l'axe est de toutes les droites du corps celle qui donne naissance au pinceau de valeur sphérique maximum; toute droite perpendiculaire à l'axe décrit un pinceau de valeur sphérique nulle.*

» En cherchant le foyer du plan XEY et le point où il est rencontré par l'axe, on trouve que *la perpendiculaire abaissée du foyer d'un plan sur la caractéristique de ce plan rencontre l'axe.*

» On peut multiplier les propositions; nous citerons seulement les suivantes :

» *Si trois droites d'un corps de forme invariable appartiennent chacune à un pinceau de normales, toutes les génératrices du même système, sur l'hyperboloïde qu'elles déterminent, jouissent de la même propriété.*

» *Si quatre droites d'un corps appartiennent chacune à un pinceau de normales et que l'on construise les deux droites qui les rencontrent, toute droite rencontrant les deux droites ainsi déterminées appartient à un pinceau de normales.*

» *Si les arêtes d'un trièdre appartiennent respectivement à un pinceau de normales, toute droite passant par le sommet de ce trièdre jouit de la même propriété.*

» Il est important de montrer comment le complexe dont nous nous occupons est lié aux droites D, Δ, qui entrent dans l'énoncé du théorème de M. Mannheim.

» Les équations de la normale à la surface décrite par le point M sont

$$(X-\xi)\left(f + \frac{d\alpha}{du} + \frac{df}{g\,dv}\eta + P\zeta\right) + (Y-\eta)\left(\frac{d\beta}{du} - \frac{df}{g\,dv}\xi + S\zeta\right) - (Z-\zeta)(P\xi + S\eta) = 0,$$

$$(X-\xi)\left(\frac{d\alpha}{dv} - \frac{dg}{f\,du}\eta - R\zeta\right) + (Y-\eta)\left(g + \frac{d\beta}{du} + \frac{dg}{f\,du}\xi + Q\zeta\right) - (Z-\zeta)(Q\eta - R\xi) = 0,$$

dans lesquelles on peut permuter X avec ξ, Y avec η, Z avec ζ; par conséquent, un point quelconque de la normale peut être substitué à M pour la déterminer, à moins que ses coordonnées ne satisfassent aux équations

$$\frac{f + \frac{d\alpha}{du} + \frac{df}{g\,dv}\mathrm{Y} + \mathrm{PZ}}{\frac{d\alpha}{dv} - \frac{dg}{f\,du}\mathrm{Y} - \mathrm{RZ}} = \frac{\frac{d\beta}{du} - \frac{df}{g\,dv}\mathrm{X} + \mathrm{SZ}}{g + \frac{d\beta}{dv} + \frac{dg}{f\,du}\mathrm{X} + \mathrm{QZ}} = \frac{\mathrm{PX} + \mathrm{SY}}{\mathrm{QY} - \mathrm{RX}}.$$

Or celles-ci peuvent visiblement coexister avec celles de la normale qui coïncident alors entre elles; donc : *Sur la normale à la surface trajectoire d'un point du corps, il y a toujours deux points qui décrivent des éléments de lignes*, puisque la normale à leur trajectoire est seulement assujettie à être dans un plan.

» Les équations qui déterminent le lieu de ces points peuvent s'écrire

$$\frac{\mathrm{PX} + \mathrm{SY}}{\mathrm{QY} - \mathrm{RX}} = \frac{\left(f + \frac{d\alpha}{du}\right)\mathrm{X} + \frac{d\beta}{du}\mathrm{Y}}{\frac{d\alpha}{dv}\mathrm{X} + \left(g + \frac{d\beta}{dv}\right)\mathrm{Y}} = \frac{f + \frac{d\alpha}{du} + \frac{df}{g\,dv}\mathrm{Y} + \mathrm{PZ}}{\frac{d\alpha}{dv} - \frac{dg}{f\,du}\mathrm{Y} - \mathrm{RZ}}.$$

L'une représente deux plans passant par l'axe des Z, l'autre une surface du second degré contenant aussi cette droite; nous retrouvons ainsi ce théorème : *Les normales aux surfaces trajectoires des points d'un corps s'appuient sur deux droites* D, Δ *que rencontrent aussi les normales aux surfaces enveloppes des plans entraînés.*

Si le plan XEY est perpendiculaire à l'axe, U et V sont nuls; il en résulte que A et B sont nuls aussi : *l'axe est donc la normale aux surfaces enveloppes des plans qui lui sont perpendiculaires.*

» On trouve d'ailleurs qu'*il est la perpendiculaire commune aux deux droites* D, Δ.

» Soient L la plus courte distance de ces droites, V leur angle, l'équation du plan qui a le point (ξ, η, ζ) pour foyer peut s'écrire sous sa forme la plus simple

$$\eta\mathrm{X} - \xi\mathrm{Y} = \mathrm{L}\cot\mathrm{V}(\mathrm{Z} - \zeta).$$

Dans le cas où les droites D et Δ se rencontrent et dans celui où elles sont rectangulaires, toutes les droites du complexe rencontrent l'axe.

» Les procédés suivis dans cette Note permettent de résoudre un grand nombre de questions relatives aux déplacements d'un corps assujetti à quatre conditions. »

PHYSIQUE. — *Action du fluide électrique sur les flammes, les liquides et les corps en poudre;* 2e Note de M. Neyreneuf. (Extrait par l'auteur.)

« Le brûleur Bunsen ne donne pas d'effet de refoulement avec une pointe négative (1). Il était intéressant de constater les effets produits sur des flammes ne renfermant pas des particules solides.

» Avec l'hydrogène pur, pas de refoulement, mais attraction très-sensible par une pointe négative.

» Avec l'oxyde de carbone, des agitations seules se produisent avec les deux électricités : l'effet attractif est cependant encore marqué. Cette expérience est importante, car la flamme de ce gaz ne renferme aucune particule solide, et il n'y a pas d'eau formée dans la combustion.

» Le sulfure de carbone donne le même résultat que l'oxyde de carbone. L'alcool se comporte à très-peu près comme le gaz d'éclairage. Enfin les effets de refoulement sont maximum avec l'essence de térébenthine brûlée dans une lampe comme l'alcool.

» Si l'on dirige la pointe normalement à la surface d'un liquide contenu dans une capsule cylindrique conductrice, un ombilic se produit pour les deux fluides avec l'eau, l'huile, le sulfure de carbone, l'essence de térébenthine. Si la pointe est au contact du liquide, on n'observe plus aucune altération de la surface. Avec les liquides mauvais conducteurs, si l'on retire la pointe, après l'avoir enfoncée de quelques millimètres, on soulève un cône du liquide qui reste adhérent pendant tout le temps que le courant passe. Ainsi pas de différence avec le sens de propagation de l'électricité.

» Peu de corps en poudre permettent d'obtenir des effets nets. Les poudres organiques (lycopode, réglisse, rhubarbe, etc.) manifestent des adhérences spéciales étudiées par A. Kundt, et dont nous n'avons pas à nous occuper ici. Le sable bleu employé comme article de bureau est la substance qui convient le mieux. Si la pointe est un peu éloignée, on observe, quel que soit le signe de l'électricité, un effet centrifuge du vent électrique. Une aspiration centripète très-marquée correspond à une position plus voisine de la pointe négative. Au contact, on peut, comme pour les liquides, soulever et maintenir soulevé pendant tout le passage du courant un cône de grains de sable qui se disposent comme les particules de

(1) *Comptes rendus*, 21 avril 1873, p. 1000 de ce volume.

limaille de fer sous l'influence d'un pôle magnétique. Le noir de fumée donne des nuages très-intenses, masquant rapidement le phénomène; la pointe négative pour une petite distance devient très-rapidement noire, tandis qu'il faut beaucoup de temps pour la pointe positive.

» Sans chercher à se rendre compte théoriquement d'effets aussi complexes, on peut démontrer que, dans le cas bien défini d'une flamme non isolée, il y a toujours *courant d'air* du positif au négatif. Un courant d'air artificiel produit, en effet, un rabattement de la flamme, analogue à celui de la pointe positive. L'effet d'attraction peut être réalisé par une aspiration de la flamme vers le sommet d'un entonnoir conique. L'étude des remous causés par un courant d'air sur une flamme voisine permet de rendre compte des apparences de flammes les plus compliquées.

» Ainsi l'effet mécanique du courant, qu'il ne faut pas confondre avec le vent électrique, est d'entraîner l'air du positif au négatif, et non-seulement l'air, mais des substances telles que le sable siliceux. »

CHIMIE. — *Recherche et dosage du sulfate de plomb contenu dans les chromates de plomb du commerce.* Note de M. E. **Duvillier**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« On sait que les chromates de plomb renferment toujours une quantité de sulfate de plomb plus ou moins considérable, d'après leur mode de préparation.

» Les divers procédés employés pour reconnaître la pureté d'un chromate de plomb n'indiquent pas la présence du sulfate de plomb; il faut toujours faire une analyse complète.

» J'arrive rapidement et directement à constater la présence du sulfate de plomb contenu dans les chromates de plomb, en les réduisant par l'acide nitrique et l'alcool.

» J'ai été mis sur la voie de ce procédé expéditif par une réaction indiquée par Vauquelin (1). « La dissolution, dit-il, de la combinaison de » la potasse avec l'acide du plomb rouge, traitée dans un verre par l'acide » nitrique et l'alcool, devient verte. »

» Voici comment il convient d'opérer : on chauffe légèrement, dans un ballon assez grand, 1 partie de chromate de plomb, 2 à 3 parties d'acide

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 1re série, t. XXV, p. 21.

nitrique de densité 1,420, 1 à 2 parties d'eau distillée et $\frac{1}{4}$ d'alcool. La réaction est très-vive; dès qu'elle commence on doit diminuer beaucoup le feu; lorsqu'elle s'est calmée on chauffe jusqu'à ce que les vapeurs nitreuses aient disparu. Dans le ballon se trouve un liquide violet, mélange de nitrate de plomb, de nitrate de chrome et un précipité blanc de nitrate de plomb, qui peut renfermer du sulfate du même métal. On ajoute de l'eau, on porte à l'ébullition : s'il n'y a pas de sulfate de plomb tout se dissout; dans le cas contraire, le sulfate de plomb reste insoluble. Si l'on veut doser le sulfate de plomb, on évapore alors à sec, pour chasser l'acide nitrique et les produits d'oxydation de l'alcool, en ayant soin de ne pas trop chauffer pour ne pas décomposer le nitrate de chrome. En reprenant par l'eau, on obtient immédiatement le sulfate avec une approximation ordinairement suffisante. Ainsi, dans un chromate de plomb renfermant 32,25 de sulfate de plomb, je trouvai comme dosage approximatif 29,48.

» En tout cas, l'analyse complète du chromate de plomb devient alors des plus faciles, comme je m'en suis assuré.

» La même méthode s'applique à tous les chromates. »

CHIMIE. — *Action de l'acide nitrique sur le chromate de plomb.* Note de M. E. **Duvillier**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« En faisant réagir à l'ébullition de l'acide nitrique étendu de 1 à 2 fois son volume d'eau sur du chromate de plomb pur, je vis le liquide prendre une couleur d'acide chromique et la conserver par refroidissement; cependant la majeure partie du chromate de plomb ne paraissait pas altérée. En concentrant la liqueur, il se déposa des cristaux de nitrate de plomb. Les eaux mères évaporées à siccité fournirent une solution concentrée d'acide chromique à peu près pur, qui ne représentait qu'une faible proportion de l'acide du chromate de plomb employé.

» L'action de l'acide nitrique sur le chromate de plomb n'est donc pas une simple dissolution, comme l'a dit Vauquelin (1) : elle est analogue à celle de l'acide nitrique sur le chromate de baryte; elle en diffère cependant en ce que, avec ce dernier sel, la quantité d'eau employée n'a pas d'influence, tandis qu'avec le chromate de plomb, si, à une dissolution de ce sel dans l'acide nitrique, on vient à ajouter de l'eau, elle donne immédiatement un précipité de chromate de plomb.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 1re série, t. XXV, p. 194.

» Dans le but de déterminer la quantité la plus convenable d'eau et d'acide nitrique à employer pour opérer la décomposition complète du chromate de plomb, j'ai cherché à déterminer, dans diverses conditions que je vais indiquer, les rapports entre l'oxyde de plomb et l'acide chromique qui se trouvaient en solution, à la faveur d'une quantité donnée d'acide nitrique et d'eau. Le chromate de plomb, l'eau et l'acide nitrique furent maintenus en ébullition pendant dix minutes, et dans la liqueur claire, après refroidissement, je dosai le plomb à l'état de sulfate et le chrome à l'état de sesquioxyde. Comme une portion de la liqueur imprègne toujours le précipité sans qu'on puisse l'en séparer, je me suis borné à déterminer le rapport entre les quantités d'acide chromique et d'oxyde de plomb qui se trouvent en dissolution.

» Les résultats des différentes expériences sont consignés dans le tableau suivant :

Nos des exper.	CrO^4Pb.	H^2O.	AzO^6H.	Trouvé.		Calculé.		Rapport.		CrO^3 libre.
				SO^4Pb.	Cr^2O^3.	PbO.	CrO^3.	CrO^3.	PbO.	
		cc	gr	gr	gr	gr	gr			
1...	5	20	8,1	0,398	0,100	0,286	0,131	31,42 :	68,58	0,51
2...	5	20	16,2	0,191	0,144	0,137	0,199	59,23 :	40,77	40,85
3...	5	20	24,3	0,240	0,368	0,172	0,482	73,71 :	26,29	61,86
4...	5	10	8,1	0,138	0,056	0,119	0,073	38,03 :	61,97	10,10
5...	5	10	16,2	0,133	0,169	0,096	0,221	69,72 :	30,28	56,07
6...	5	10	24,3	0,145	0,553	0,094	0,724	88,51 :	11,49	83,33
7...	5	0	8,1	0,007	0,310	0,005	0,406	98,79 :	1,21	98,24
8...	5	0	16,2	0,016	0,733	0,012	0,960	98,77 :	1,23	98,22
9...	5	0	24,3	0,028	0,823	0,020	1,077	98,18 :	1,82	97,63

» On voit qu'en traitant le chromate de plomb par environ le double de son poids d'acide nitrique on obtient une solution d'acide chromique ne contenant que 2 pour 100 environ d'oxyde de plomb. L'acide nitrique décompose donc le chromate de plomb en acide chromique et nitrate de plomb, qui se précipite à l'ébullition en présence de l'excès d'acide nitrique employé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une base isomère de la pipéridine et sur les dérivés nitrés des carbures d'hydrogène de la formule* $C^{2m}H^{2m}$. Note de M. **H. Gal.**

« MM. Meyer et Stuber ont préparé, dans ces derniers temps, des composés isomériques des éthers azoteux formés par l'esprit de bois, l'alcool

et l'huile de pomme de terre. Ces nouvelles substances se conduisent comme des dérivés nitrés des carbures d'hydrogène, ayant pour formule générale $C^{2m}H^{2m+2}$. La découverte de ces composés tend à faire disparaître la différence essentielle qui a été admise jusqu'à ce jour entre ces carbures et ceux de la série aromatique ($C^{2m}H^{2m-6}$), qui étaient les seuls dont on connût les dérivés nitrés.

» L'analogie entre les produits substitués de ces deux classes de carbures d'hydrogène se poursuit dans leurs réactions; et de même que la nitrobenzine fournit l'aniline par l'action de l'hydrogène naissant,

$$C^{12}H^5AzO^4 + 6H = 4HO + C^{12}H^7Az,$$

le nitréthane, par exemple, dans les mêmes circonstances, donne naissance à de l'éthylamine :

$$C^4H^5AzO^4 + 6HO = 4HO + C^4H^7Az.$$

» La découverte de ces nouvelles substances présentait donc un certain intérêt, non-seulement par elle-même, mais encore par les dérivés dont elles pouvaient être le point de départ.

» Ne pouvait-on espérer qu'on obtiendrait, avec des carbures appartenant à une autre famille, des composés analogues, et dérivant toujours par la substitution d'un équivalent d'acide hypoazotique à un équivalent d'hydrogène? C'est ainsi que j'ai tenté de préparer quelques dérivés nitrés des carbures d'hydrogène de la forme $C^{2m}H^{2m}$, et entre autres celui qui a pour formule $C^{10}H^9AzO^4$. J'étais porté à obtenir celui-ci de préférence, car en le mettant en présence de l'hydrogène naissant on devait obtenir la pipéridine, ou du moins un isomère de cette base.

» J'ai opéré de la manière suivante : après avoir ajouté à du nitréthane la quantité de solution alcoolique de potasse nécessaire pour opérer sa transformation en nitréthane potassé, je l'ai mis en contact avec un poids équivalent d'iodure d'allyle. Une réaction se manifeste très-vite, et avec d'autant plus d'énergie que la solution est plus concentrée : de l'iodure de potassium se précipite, et, en versant de l'eau dans la liqueur filtrée, on obtient un liquide huileux, qui doit prendre naissance d'après la formule suivante :

$$C^4H^4KAzO^4 + C^6H^5I = C^{10}H^9AzO^4 + KI.$$

» Ce produit n'est pas volatil sans décomposition; il n'a donc pu être purifié pour être analysé.

» Je l'ai mis néanmoins en contact avec de l'acide chlorhydrique, auquel

j'ajoutai successivement des fragments de zinc. L'huile insoluble disparut peu à peu, et, la réduction terminée, je soumis la liqueur à la distillation sur un excès de potasse. J'obtins alors un liquide incolore, doué d'une réaction fortement alcaline, et duquel quelques fragments de potasse séparèrent une base douée d'une odeur qui rappelait entièrement, d'après M. Cahours, celle de la pipéridine.

» Cette nouvelle substance présente cependant avec cet alcali, si bien étudié par ce savant, de nombreuses différences.

» Elle bout à 85 degrés; son isomère, à 106 degrés. Elle est soluble dans l'eau et dans l'alcool. Elle se combine aux acides, entre autres à l'acide chlorhydrique, avec une grande énergie.

» Versée sur du sulfure de carbone, elle donne lieu à une vive réaction qui se traduit par une élévation considérable de température; mais, par le refroidissement, la liqueur ne se prend pas en une masse cristalline, comme cela a lieu pour la pipéridine. Le chlorhydrate de cette base fournit avec le sel de platine un chlorure double assez soluble dans l'eau et qui se sépare, par l'évaporation de ce dissolvant, sous forme de paillettes jaunes douées d'un grand éclat. Le platine a été dosé dans ce composé.

» 0,249 de substance ont laissé, après calcination à l'air, un résidu de 0,084, ce qui est précisément le poids exigé par la théorie.

» Je n'ai pas eu à ma disposition assez de matière pour examiner à quelle classe d'amines appartient ce nouveau composé. Je me propose d'en préparer de nouvelles quantités, pour étudier l'action qu'il éprouve de la part de l'iodure d'éthyle, et combler ainsi cette lacune; mais si l'on considère les propriétés de cette base et son point d'ébullition, si l'on réfléchit à son mode de préparation, on est porté à penser que c'est une monoamine primaire et que sa formule doit s'écrire

$$\left.\begin{matrix} C^{10}H^{9} \\ H \\ H \end{matrix}\right\} Az,$$

et le composé qui l'a produite, composé obtenu par l'action de l'iodure d'allyle sur le nitréthane potassé, ne doit être autre chose que le dérivé nitré de l'éthyle-allyle, carbure d'hydrogène obtenu par M. Wurtz, et qui est isomère de l'amylène. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la rotation moléculaire des gaz.* Note de M. G. HINRICHS, présentée par M. Berthelot.

« Dans la théorie mécanique des gaz, on ne considère jusqu'à présent que les mouvements de translation des molécules, et l'on suppose que ces molécules sont de petits globes parfaitement élastiques; mais tout chimiste sait très-bien que cette manière de voir ne peut être qu'une approximation première, car les molécules des gaz sont toutes composées de plusieurs atomes, tenus à quelque distance l'un de l'autre.

» En comparant les résultats de la théorie avec les expériences de M. Regnault, les mathématiciens ont trouvé des écarts bien grands (1); ces écarts démontrent que les bases de la théorie mécanique des gaz sont incomplètes, confirmant ainsi les prévisions des chimistes.

» Mais si, dans l'état gazeux, les molécules sont composées de deux ou plusieurs atomes, comme l'a démontré la Chimie, et si en même temps les molécules se meuvent librement jusqu'au choc, comme l'a bien établi la théorie mécanique de la chaleur, il s'ensuit, d'après les lois connues de la Mécanique générale, que *ces molécules non globulaires ont un mouvement de rotation autour de l'axe naturel et principal pour lequel le moment d'inertie de la molécule est maximum.*

» Soit I la valeur numérique de ce moment, l'unité de distance des atomes dans la molécule étant arbitraire; soit e cette unité de distance exprimée en millimicrons (millionièmes de millimètre); la valeur absolue dudit moment d'inertie sera

$$(1) \qquad I_1 = I.\, e^2,$$

l'unité de masse étant la masse d'un atome d'hydrogène, $H = 1$.

» Soit ω la vitesse angulaire (moyenne) des molécules d'un gaz; alors

$$\tfrac{1}{2}\, I\, \omega^2 = \tfrac{1}{2}\, I_1\, \omega^2.\, e^2$$

sera *l'énergie actuelle* de rotation, comme $\frac{1}{2}$ MV est l'énergie actuelle de translation de la molécule, dont la vitesse de translation est V et la masse totale est $M = \Sigma m$, c'est-à-dire la somme Σ des masses m des n atomes composant la molécule.

» Mais on sait que $\frac{1}{2} MV^2 = k'.T$, k' étant une constante et $T = 273^\circ + t^\circ$,

(1) *Voir* la *Thermochimie* de Naumann (Braunschweig, p. 49, 1869). Les écarts s'élèvent jusqu'à 120 pour 100 des valeurs théoriques calculées.

la température absolue. De même on a $\frac{1}{2} I \omega^2 e^2 = x . IT$, expression dans laquelle $x = k''. e^2$, parce qu'on démontre que le carré de la vitesse angulaire des molécules est proportionnel à la température absolue. L'énergie actuelle de la molécule, comme système de masses fixes, est donc

$$k'T + xIT = (k' + xI)T.$$

» Mais les atomes ne sont pas fixes dans la molécule; chaque atome m a une vitesse de vibration v, et comme $\frac{1}{2} mv^2 = k . T$ (l'énergie totale étant proportionnelle à la température absolue, ainsi que les énergies de translation et de rotation), il suit de là que l'énergie actuelle de vibration atomique de la molécule est

$$\tfrac{1}{2}\Sigma mv^2 = k . nT.$$

» Donc *l'énergie actuelle de la molécule* est, en définitive,

$$(2) \qquad A = (k' + k . n + xI)T,$$

les trois termes étant l'énergie de translation, de vibration et de rotation.

» D'après Clausius on peut poser $k' = 3$; de plus on a $k = 1$, pour les gaz; donc l'équation (2) devient

$$(3) \qquad A = (3 + n + x.I)T.$$

» Mais l'énergie totale E d'une molécule est la somme: 1° du travail extérieur x exécuté par la molécule; 2° du potentiel P de la molécule dans la masse; 3° du potentiel Σp des atomes dans la molécule, et 4° de l'énergie actuelle A, c'est-à-dire

$$(4) \qquad E = x + P + \Sigma p + A.$$

» Pour les gaz on a, d'après G. Schmidt, $x = 2T$. Si la température du gaz est très-éloignée de la température de dissociation, on a $\frac{dp}{dT} = 0$. Pour tous les gaz nécessairement, $\frac{dP}{dT} = p'$ n'a qu'une petite valeur : donc la chaleur spécifique S d'une molécule d'un gaz quelconque, sous pression constante, sera, d'après les formules (4) et (3),

$$(5) \qquad S = \frac{dE}{dT} = 5 + n + p' + x.I.$$

» Les expériences de M. Regnault donnent s, la chaleur spécifique des gaz sous pression constante pour le volume égal à celui de l'unité de poids d'air atmosphérique. La valeur de la chaleur spécifique moléculaire

observée sera donc, d'après un rapport bien connu,

$$S = 28{,}94\,s. \tag{6}$$

» D'après l'équation (5), il faut que les résidus

$$U = S - (n + 5) \tag{7}$$

s'accroissent avec les moments d'inertie des molécules, ainsi qu'on peut le calculer d'après la formule

$$U' = p' + x.I, \tag{8}$$

en désignant par U' une valeur théorique qui doit être identique avec la valeur observée U.

» J'ai indiqué ailleurs comment s'obtient le moment d'inertie des molécules, la formule rationnelle étant donnée par la Chimie. De plus, x est sensiblement constant pour toute une classe de composés, en prenant la distance des atomes de carbone dans la molécule comme unité de distance.

» Le tableau suivant contient tous les dérivés semblables dont la chaleur spécifique s a été déterminée par M. Regnault. On voit que les valeurs observées U ne s'écartent que très-peu (∂U) des valeurs U' calculées d'après l'équation (8) par la formule

$$U' = 3{,}500 + 0{,}125\,I. \tag{9}$$

	Formule	M	I	U	U'	∂U	s
1. Alcool méthylique....	CH^4O	32	8	3,64	4,50	+0,86	0,506
2. » éthylique......	C^2H^6O	46	26	6,87	6,75	−0,12	0,720
3. Acétone............	C^3H^6O	58	44	8,91	9,00	+0,09	0,826
4. Éther éthylique......	$C^4H^{10}O$	74	90	15,52	14,55	−0,97	1,227
5. » sulféthylique ..	$C^4H^{10}S$	90	106	16,06	16,75	+0,69	1,246
6. » acétique.......	$C^4H^8O^2$	88	106	16,25	16,75	+0,50	1,218

» Comme 0,010 dans s représente 0,3 dans U, on voit que les écarts sont suffisamment petits. De plus, il faut observer que ni p' n'est rigoureusement constant, ni I n'est rigoureusement exact.

» Pour quelques séries de composés, on pourrait croire U fonction de M, au lieu de I; mais, si l'on représente graphiquement et les valeurs de U et les valeurs de I comme ordonnées, sur les valeurs de M, comme abscisses, on verra clairement le complet accord entre la marche des courbes de I et de U.

» La connaissance du moment d'inertie des molécules m'a permis de calculer les points d'ébullition des isomères, comme je le ferai voir dans

des Notes prochaines. Les détails de tous ces calculs sont exposés dans ma *Mécanique moléculaire*, qui sera publiée dans peu de mois.

» Dans l'état liquide, les molécules évoluent autour de l'axe naturel dont le moment d'inertie est minimum. Les expériences de M. Regnault sur la chaleur spécifique des liquides confirment ce principe de ma *Mécanique moléculaire.* »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches expérimentales sur la pathogénie des infarctus et le processus inflammatoire dans la septicémie.* Note de **M. V. Feltz**, présentée par M. Robin.

L'auteur formule ainsi les conclusions de son travail :

« L'étude comparative des infarctus provoqués par l'introduction dans le sang de poussières organiques ou inorganiques et de ceux qui naissent par l'inoculation de principes septiques démontre que l'infarctus en lui-même passe par les mêmes métamorphoses régressives, mais que le processus pathologique est différent dans la zone d'élimination. Si dans le premier cas la génération leucocytique, aux dépens de la substance cellulaire (protoplasma), est la règle, il n'en est pas de même dans le second, où il s'établit dans cette substance une dégénérescence granulo-graisseuse ou colloïde qui amène la destruction des tissus au moins aussi vite que la suppuration. Lorsqu'on pratique sur la cornée d'animaux empoisonnés par un principe putride des traumatismes donnant lieu chez les animaux sains à l'inflammation suppurative, on voit les éléments de la cornée s'hypertrophier considérablement sous l'influence d'une accumulation considérable de substance organisée (protoplasma); mais, au lieu de la génération leucocytique habituelle, c'est généralement la dégénérescence granulo-graisseuse ou colloïde qui survient. Sous ce rapport, l'empoisonnement septique disposerait l'organisme à se conduire en cas d'irritation à peu près comme dans le cas de syphilis, de tuberculose ou de scrofulose, où les éléments de nouvelle formation sont frappés de dégénérescence avant d'avoir pu prendre type. Il est aisé de se convaincre des assertions sus-énoncées en jetant un coup d'œil sur les dessins qui reproduisent les lésions histologiques.

» Les infarctus dans la septicémie procèdent d'hémorrhagies capillaires dépendant d'arrêts circulatoires, eux-mêmes déterminés par les modifications morphologiques et chimiques du sang. Sous ce point de vue, les infarctus de l'infection purulente pure diffèrent notablement des infarctus

de la septicémie : dans le premier cas, la variation du sang est secondaire, en quelque sorte mécanique, amenée par l'introduction dans le liquide nourricier de poussières organiques ; dans le second, l'altération du sang est primitive, et c'est elle qui donne lieu aux modifications chimiques et morphologiques qui entraînent la formation des infarctus. Dans la septicémie, l'infarctus aboutit rarement à l'abcès métastatique, parceque presque toujours l'altération du sang est d'emblée si forte qu'elle tue avant que l'infarctus ait eu le temps de se ramollir et de passer à ce que l'on appelle la suppuration. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Observations relatives à une Note récente de M.* Rabuteau, *sur les effets toxiques des iodures de tétraméthylammonium et de tétramylammonium;* par MM. **A. Brown** et **Th. Fraser.**

« Edimbourg, le 26 mai 1873.

» A propos de la Note récente de M. Rabuteau (1), nous désirons appeler l'attention de l'Académie sur un Mémoire que nous avons lu devant la Société royale d'Édimbourg, et qui a pour titre : « Sur l'action » physiologique des sels d'ammoniaque, de triméthylamine et de tétra- » méthylammonium (2) ».

» Nous désirons faire remarquer que nous n'avons pas seulement signalé l'action paralysante des sels de tétraméthylammonium et d'autres corps de constitution analogue, sur les organes terminaux des nerfs moteurs; mais que, après nos nombreuses observations, qui s'accordent parfaitement entre elles, nous sommes arrivés à cette conclusion générale, que l'action paralysante exercée sur les organes terminaux des nerfs moteurs est une propriété générale des sels des bases ammonium (bases quaternaires).

» Nous avons aussi signalé l'action paralysante sur les muscles, exercée par les sels de triméthylamine et d'ammoniaque. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Résultats généraux de l'analyse des sources geysériennes de l'île de San Miguel* (*Açores*). Note de M. **F. Fouqué**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Dans la partie orientale de l'île de San Miguel, s'étend un vaste cirque

(1) *Comptes rendus*, 7 avril 1873, p. 887 de ce volume.

(2) *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, may 17, 1869.

volcanique, entouré de rochers à pic, dont le fond est occupé par un village, un lac, des champs cultivés et des bois. Cette localité, qui a été, il y a trois siècles, le siége d'une violente éruption, porte le nom de val de Furnas. Des sources thermales y jaillissent en une foule de points et y donnent naissance à une rivière d'eau chaude, qui s'écoule vers la mer par une déchirure abrupte de la paroi méridionale du cirque. Le lieu le plus remarquable par l'abondance des sources brûlantes est un espace dénudé, d'environ 1 hectare de superficie, où le sol est criblé de toutes parts d'orifices par lesquels jaillissent l'eau et les gaz. Tout point où l'on enfonce l'extrémité d'un bâton donne aussitôt lieu à un dégagement de gaz et de vapeurs; mais les émanations les plus actives sont surtout concentrées dans trois excavations naturelles qui ont reçu le nom de caldeiras, à cause de leur ressemblance avec des chaudières remplies d'eau en ébullition. Le liquide y bouillonne en effet avec violence et s'y élève en jets.

» L'une de ces caldeiras fournit un écoulement d'eau abondant et continu; une seconde ne donne que des gaz, de la vapeur et une quantité de liquide insuffisante pour en franchir les bords; la troisième est intermédiaire entre les deux précédentes, sous le rapport de la production du liquide: elle donne lieu à des projections d'eau intermittentes, mais assez fréquentes pour engendrer un petit courant d'eau chaude. Les deux premières caldeiras existaient déjà lors de la découverte de San Miguel au quinzième siècle; la troisième ne s'est ouverte qu'en 1840, à la suite d'une forte explosion.

D'autres caldeiras analogues se voient en d'autres points du val de Furnas, et particulièrement à la pointe nord du lac. On en trouve aussi dans une autre partie de l'île, aux environs de la ville de Ribeira Grande. Enfin, en plusieurs points de la côte, il existe encore des sources thermales, dont l'eau est toujours plus ou moins mélangée avec l'eau de la mer.

» A côté des jets brûlants des caldeiras s'observent d'autres sources moins chaudes, dont plusieurs ne possèdent qu'une température de 16 degrés. Ces dernières fournissent généralement un écoulement d'eau abondant, sont traversées par des dégagements de gaz plus abondants encore et déposent un sédiment ferrugineux.

» Parmi les eaux minérales de San Miguel, les unes sont très-fortement alcalines et légèrement sulfurées; d'autres seulement alcalines; d'autres caractérisées surtout par le bicarbonate de fer et l'acide carbonique libre, dont elles sont saturées; d'autres, enfin, sont rendues fortement acides par des proportions notables d'acide sulfurique libre. L'eau de la caldeira velha de Ribeira Grande contient 5 décigrammes d'acide sulfurique libre par litre.

Ces eaux acides sont analogues à celles du Rio Vinagre et du Ruiz de Parana, bien connues de tous les naturalistes.

» Les diverses eaux minérales de San Miguel, aussi bien les plus acides que celles qui sont alcalines, sulfurées ou acidulées, sont employées pour bains ou boissons, et sont renommées pour leurs propriétés thérapeutiques. Les sources chargées d'acide sulfurique sont, sous ce rapport, celles qui jouissent de la vogue la plus grande.

» Le caractère le plus saillant, commun à toutes ces eaux, est l'abondance de la silice qu'elles tiennent en dissolution. Celles qui sont douées de la température la plus élevée en possèdent une telle quantité qu'elles abandonnent, tout alentour de leurs bouches de sortie, un épais travertin siliceux.

» Un autre caractère commun est la fréquence des sels de soude et la rareté relative des bicarbonates de fer, de chaux et de magnésie, qui ne prédominent même pas dans les sources laissant déposer un sédiment ferrugineux.

» Un troisième caractère est la présence constante de l'acide carbonique libre, qui donne le plus souvent lieu à un volumineux dégagement.

» L'hydrogène sulfuré et le sulfure de sodium ne se montrent que dans les sources à haute température. Dans celles de ces sources qui ne présentent qu'une faible émission d'eau, accompagnée d'abondants dégagements d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré, ce dernier gaz s'oxyde, se décompose rapidement au contact de l'air et produit l'acide sulfurique libre qu'on y remarque. Les gens du pays, sans se rendre compte rationnellement des procédés qu'ils employaient, ont su, à la caldeira velha de Ribeira Grande, augmenter la proportion d'acide sulfurique formé, en modifiant convenablement l'aménagement de la source. Le sulfate de fer et le sulfate d'alumine de quelques-unes de ces eaux acides résultent évidemment de l'action de l'acide sulfurique libre sur les roches du voisinage.

» Le bicarbonate de soude et le chlorure de sodium sont les sels les plus abondants dans toutes les sources, lorsqu'ils n'ont pas été décomposés par l'acide sulfurique et transformés en sulfate de soude.

» Plusieurs de ces eaux contiennent des traces de bromure, d'iodure et de fluorure. Elles ne renferment ni acide borique, ni aucune trace d'arsenic.

» En somme, l'analyse chimique révèle, dans toutes les eaux de San Miguel, l'existence originaire, mais en proportions très-diverses, des mêmes composés salins, composés identiques à ceux que l'on recueille lorsque

l'on condense les fumées d'un volcan en activité, ou qu'on lessive des laves refroidies, et aussi la présence des gaz volcaniques les plus communs. Les eaux douces de l'île sont constituées qualitativement de la même manière; les proportions quantitatives moindres des mêmes éléments constituent la principale différence entre elles et les eaux thermales.

» La diversité extrême de ces dernières tient, d'une part, à la variabilité des émanations volcaniques, suivant le degré d'activité et l'éloignement du foyer souterrain, et, d'autre part, aux modifications secondaires que subissent les matériaux éruptifs au contact de l'atmosphère (1). »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 26 mai 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

De la cure radicale de certaines formes de tumeurs lacrymales, etc.; par le Dr F. MONOYER. Paris, P. Asselin, 1873; br. in-8°.

(Ces ouvrages sont adressés par M. Monoyer au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Recherches sur le principe de la vie, etc.; par M. le Dr J. LÉONI. Chalon-sur-Saône, 1861; br. in-8°.

Note où sont exposés les principes d'une réforme radicale dans l'art de guérir, etc.; par le Dr J. LÉONI. Chalon-sur-Saône, 1873; br. in-8°.

(Ces deux ouvrages sont adressés au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

La Chimie nouvelle ou le crassier de la nomenclature chimique de Lavoisier, déblayé par C.-E. JULLIEN. Paris, Baudry, 1870; br. in-8°.

(1) Ces recherches ont été exécutées dans le laboratoire des Hautes Études de Géologie physique et chimique, attaché à la chaire d'Histoire naturelle des corps inorganiques du Collége de France.

Introduction à l'étude de la métallurgie du fer, etc.; par C.-E. JULLIEN. Paris, Baudry, 1873; br. in-4°.

(Ces deux ouvrages sont adressés au Concours du prix Lacaze.)

Recherches sur les propriétés antifermentescibles et l'action physiologique du silicate de soude; par MM. A. RABUTEAU *et* F. PAPILLON. Paris, Gauthier-Villars, 1872; in-4°.

(Adressé par les auteurs au Concours Barbier.)

L'Art de ramener la vie à bon marché, etc.; par le Dr H. POUPON. Paris, Librairie agricole, 1870; in-8°. (Adressé au Concours Morogues.)

Étude sur les chaudières à vapeur marines; par C. AUDENET. Paris, A. Bertrand, sans date; br. in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours du prix Plumey.)

Théorie et applications des dynamoteurs; par P. GUZMAN. Paris, E. LACROIX. (Adressé au Concours du prix Fourneyron.)

Observata lichenologica in Pyrenæis orientalibus exponit W. NYLANDER. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Adressé au Concours du prix Thore.)

J. THOMSEN. *Recherches thermochimiques.* Leipzig, 1853 à 1873; 3 vol. reliés et 2 nos séparés. (Adressé par l'auteur au Concours Lacaze.)

Quadrature du cercle; par A.-G. LANZIROTTI. Paris, imp. Lemercier; tableau in-fol. (Renvoi à l'examen de la Section de Géométrie.)

Die Lie'sche Integrationsmethode der partiellen Differentialgleichungen erster Ordnung; von A. MAYER in Leipzig. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Ueber unbeschränkt integrable Systeme von linearen totalen Differentialgleichungen und die simultane Integration linearer partieller Differentialgleichungen; von A. MAYER in Leipzig. Leipzig, sans date; br. in-8°.

Zur simultanen Integration linearer partieller Differentialgleichungen; von A. MAYER in Leipzig. Sans lieu ni date; br. in-18.

Ueber eine neue Integrationsmethode partieller Differentialgleichungen erster Ordnung; von SOPHUS LIE in Christiania. Sans lieu ni date; br. in-18.

Neue Integrationsmethode Gleichungen erster Ordnung zwischen n Variabeln; von SOPHUS LIE. Sans lieu ni date; br. in-8°.

(Ces cinq derniers ouvrages sont adressés par MM. A. Mayer et Sophus Lie au Concours du grand prix de Mathématiques, Problème des trois corps.)

The life of Isambart Kingdom Brunel civil engineer; by ISAMBART-BRUNEL. London, Longmans, Green and C°, 1870; in-8°, relié.

E. DIAMILLA-MULLER. *Letture scientifiche per il popolo italiano*; Lettura VII: *Il polo antartico*. Milano, Dumolard; Parigi, Gauthier-Villars, 1873; in-12.

Annali scientifici del R. Istituto tecnico di Udine; anno sesto, 1872. Udine, tip. Jacob e Colmegna, 1873; in-8°.

Untersuchungen über Elasticität unter berücksichtigung der Wärme; von C.-W. BORCHARDT. Berlin, G. Vogt, 1873; in-8°.

Ueber die Transformation der Elasticitätsgleichungen in allgemeine orthogonale Coordinaten; von C.-W. BORCHARDT. Berlin, sans date; br. in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 2 juin 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Crania ethnica. Les crânes des races humaines, décrits et figurés d'après les collections du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, de la Société d'Anthropologie de Paris et les principales collections de la France et de l'étranger; par MM. A. DE QUATREFAGES et E.-T. HAMY, ouvrage accompagné de planches lithogr. d'après nature, par H. FORMANT. 1re liv., feuilles 1 à 6, planches I à X. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1873; in-4°.

Anatomie et physiologie cellulaires ou des cellules animales et végétales du protoplasma et des éléments normaux et pathologiques qui en dérivent; par M. Ch. ROBIN. Paris, J.-B. Baillière, 1873; 1 vol. in-8°, relié.

Études sur les forces moléculaires dans les liquides en mouvement et application à l'hydrodynamique; par M. KLEITZ. Paris, Dunod, 1873; in-4°.

Manuel de Toxicologie; par DRAGENDORFF, traduit avec de nombreuses additions et augmenté d'un précis des autres questions de Chimie légale; par E. RITTER. Paris, F. Savy, 1873; in-8°.

Un spongiaire nouveau du système Eifelien; par G. DEWALQUE. Bruxelles, imp. Hayez, 1872; br. in-8°, avec planches. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*.)

Mémoire sur la maladie nouvelle de la vigne; par M. A.-H. TRIMOULET. Bordeaux, Coderc et Degréteau, 1873; br. in-8°. (Renvoyé à la Commission du *Phylloxera*.)

Mémoires et Comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs civils, juillet à décembre 1872, 3[e] et 4[e] cahiers. Paris, Lacroix, 1872; 2 br. in 8°.

Vies des Savants illustres depuis l'antiquité jusqu'au XIX[e] *siècle; par* L. FIGUIER. *Savants de l'antiquité*, t. I et II. Paris, Hachette et C[ie], 1873; 2 vol. in-12.

Du traitement des plaies en général et en particulier d'un mode nouveau de pansement antiseptique par le coaltar et le charbon, etc.; par le D[r] L. LEBEAU (de Toulon). Paris, J.-B. Baillière, 1870; br. in-8°.

Proceedings of the american philosophical Society; vol. XII, n° 38. Philadelphia, 1872; in-8°.

Proceedings of the royal Society of Edinburgh; session 1871-1872, vol. VII. Edinburgh, printed by Neill and C°, 1872; in-8°.

Transactions of the royal Society of Edinburgh; vol. XXVI, part 4. Edinburg, printed by Neill and C°, 1872; in-4°.

The pharmaceutical Journal and Transactions, april 1873. London, J. and A. Churchill, 1873; in-8°.

Journal of the chemical Society, december 1872, february, march, april 1873. London, 1872-1873; 4 n[os] in-8°.

Richiamo a favore di Felice Chio; per A. GENOCCHI. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche. (Estratto dal *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik im verein mit anderen mathematikern, herausgegeben von C. OHRTMANN, F. MULLER, A. WANGERIN. Zweiter band, Jahrgang 1869, u. 1870. Berlin, Georg Reimer, 1873; in-8°.

Neues Jahrbuch fur mineralogie, Geologie und Palæontologie; Jahrgang 1873. Stuttgart, E. Kock, 1873; in-8°.

PIÈCES DE CONCOURS.

Clinique photographique des maladies de la peau; par les D[rs] A. HARDY *et* A. DE MONTMÉJA; 2[e] édition. Paris, Lauwereyns, 1872; in-4°, texte et planches.

Mémoire sur les kystes des mâchoires; par le D[r] E. MAGITOT. Paris, P. Asselin, 1873; in-8°.

Recherches sur les propriétés thérapeutiques du seigle ergoté; par le D[r] DUBOUÉ (de Pau). Paris, A. Coccoz, 1873; in-8°.

Nouvelles expériences sur les combustions respiratoires. Oxydation du sucre

dans le système artériel; par ESTOR *et* SAINT-PIERRE. Montpellier, Ricateau, Hamelin et Cie, 1873; br. in-8°.

De l'augmentation progressive du chiffre des aliénés et de ses causes; par le Dr L. LUNIER. Paris, F. Savy, 1870; br. in-8°.

Du rôle que jouent les boissons alcooliques dans l'augmentation du nombre des cas de folie et de suicide; par le Dr L. LUNIER. Paris, F. Savy, 1872; br. in-8°.

Nouveaux moyens hémostatiques avant et après les accouchements, etc.; par le Dr CHASSAGNY, de Lyon. Paris, G. Masson, 1873; br. in-8°.

Clinique chirurgicale de l'hôpital de la Charité; par L. GOSSELIN. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1873; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

(Tous ces ouvrages sont adressés au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

De la sudation au point de vue hygiénique et thérapeutique, provoquée par la vapeur d'eau au moyen d'un nouvel appareil vaporifère portatif; par le Dr L. LEFEBVRE. Paris, A. Delahaye, 1868; in-8°. (Adressé au Concours Montyon, Arts insalubres.)

Notice des travaux scientifiques de F.-P. Le Roux. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-8°. (Adressé au Concours Lacaze, Progrès de la Physique.)

Traité de Physiologie comparée des animaux; par G. COLIN; 2e édition. Paris, J.-B. Baillière, 1871; 2 vol. in-8°. (Adressé au Concours Lacaze, Progrès de la Physiologie.)

La machine animale; par M. E.-J. MAREY. Sans lieu ni date. (Épreuves.)

Cardiographes et cardiographie; par M. E.-J. MAREY. Paris, sans date; in-8°. (Extrait du *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales.*)

Du mouvement dans les fonctions de la vie; par E.-J. MAREY. Paris, Germer-Baillière, 1868; 1 vol. in-8°. (Extrait du *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales.*)

(Ces trois derniers ouvrages sont adressés par l'auteur au Concours Lacaze, Progrès de la Physiologie.)

Exposition universelle à Vienne en 1873. Étude historique et statistique sur les voies de communication de la France d'après les documents officiels; par M. F. LUCAS. Paris, Imp. nationale, 1873; in-8°. (Adressé au Concours Montyon, Statistique.)

De l'augmentation progressive du chiffre des aliénés et de ses causes; par le Dr L. Lunier. Paris, F. Savy, 1870; br. in-8°.

Du rôle que jouent les boissons alcooliques dans l'augmentation du nombre des cas de folie et de suicide; par le Dr L. Lunier. Paris, F. Savy, 1872; br. in-8°.

(Ces deux ouvrages sont adressés au Concours Montyon, Statistique.)

Recherches sur les mucorinées; par Ph. van Tieghem *et* G. Lemonnier. Paris, G. Masson, 1873; in-8° (texte et planches en épreuves). [Adressé au Concours Desmazières.]

Découverte d'un squelette humain de l'époque paléolithique dans les cavernes de Baoussé-Roussé, dites grottes de Menton; *par* E. Rivière. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1873; in-4°, avec atlas photographique. (Adressé au Concours Gegner.)

La variole au point de vue épidémiologique et prophylactique; par L. Colin. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1873; in-8°.

Quarantaines; par le Dr L. Colin. Paris, 1873; in-8°. (Extrait du *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales.*)

(Ces deux ouvrages sont adressés au Concours Bréant.)

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE MAI 1873.

Annales de Chimie et de Physique; mai, juin 1873; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; mai 1873; in-8°.

Annales de l'Observatoire météorologique de Bruxelles; n° 3, 1873; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; avril 1873; in-8°.

Annales du Génie civil; mai 1873; in-8°.

Annales industrielles; nos 19 à 22, 1873; in-4°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos des 4, 11, 18, 25 mai 1873; in-8°.

Atti dell'Accademia pontificia de' Nuovi Lincei; Rome, sessions 4, 5, 6, 1872; in-4°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 185, 1873; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; n° 4, 1873; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 4, 1873; in-8°.

Bulletin du Comice agricole de Narbonne; n° 5, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société centrale d'Agriculture de France; n° 5, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; avril 1873; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; n° 5, 1873; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; août 1872; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; n°s des 15 et 30 mai 1873; in-8°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 5, 1873; in-8°.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de Paris; n°s 11 et 12, 1873; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto, n° 2, 1873; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio romano; n° 4, 1873; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio di Palermo; n°s 9 à 12, 1872; in-4°.

Chronique de l'Industrie; n°s 66 à 69, 1873; in-4°.

Gazette de Joulin, n° 14 et 16, 1873; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 53 à 63, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 19 à 22, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Bordeaux; n°s 1 à 10, 2e année, 1873; in-8°.

Iron, n°s 17, 19, 20, 1873; in-4°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; avril 1873; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 18 à 22, 1873; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 212 à 216, 1873; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n° 10, 1873; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; mai 1873; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; mai 1873; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; 15 et 30 mai 1873; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 1 à 7, 14e année, 1873; in-folio.

Journal de Physique théorique et appliquée; mai 1873; in-8°.

La Revue médicale française et étrangère; nos des 10, 17, 24, 31 mai 1873; in-8°.

La Revue scientifique; nos 45 à 48, 1873; in-4°.

L'Abeille médicale; nos 19 à 22, 1873; in-4°.

L'Art dentaire; mai 1873; in-8°.

L'Art médical; mai 1873; in-8°.

L'Imprimerie; avril 1873; in-4°.

Le Gaz; n° 11, 1873; in-4°.

Le Messager agricole; n° 4, 1873; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 10, 1873; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; mai 1873; gr. in-8°.

Les Mondes; nos 1 à 5, t. XXXI, 1873; in-8°.

La Tribune médicale; nos 246 à 250, 1873; in-8°.

Magasin pittoresque; mai 1873; in-4°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* avril 1873; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; mars 1873; in-4°.

Monatsbericht der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; janvier 1873; in-8°.

Nature; n° 186, 1873; in-4°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; mai 1873; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; nos 9 et 10, 1873; in-8°.

Revue bibliographique universelle; mai 1873; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; mai 1873; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 10 et 11, 1873; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 18 à 21, 1873; in-8°.

Revue d'Artillerie; mai 1873; in-8°.

Revue maritime et coloniale; mai 1873; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; mai 1873; in-8°.

Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; Napoli, n° 4, 1873; in-4°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; n°s 7 et 8, 1873; in-8°.

Société des Ingénieurs civils; n° 9, 1873; in-4°.

The Food Journal; n°s 40, 1873; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JUIN 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Resal*, en remplacement de feu M. le baron *Ch. Dupin*.

M. Resal, absent pour un service public, ne peut assister à la séance.

« M. Dupuy de Lome, en faisant hommage à l'Académie, au nom de M. le Ministre de la Marine, du premier numéro du *Mémorial de l'Artillerie de la Marine* et de son annexe l'*Aide-Mémoire d'Artillerie*, s'exprime comme il suit :

» Ce Recueil traite principalement des questions qui intéressent l'armement de la flotte, celui des batteries de côtes et des places du littoral. Il est destiné à tenir nos officiers, plus particulièrement ceux de l'armée de mer, au courant des progrès réalisés tant en France qu'à l'étranger, dans cette branche spéciale de l'artillerie.

» Par la création des navires cuirassés, la France, qui a eu l'initiative de

ces constructions nouvelles, a obtenu et conservé pendant un temps le résultat cherché par elle de rendre les navires de guerre indestructibles par l'artillerie et par conséquent d'accroître la puissance relative des marines les moins nombreuses.

» Aussi l'Angleterre, qui dominait sur les mers par le nombre de ses vaisseaux de guerre, s'est-elle vivement émue à l'apparition des navires cuirassés, et, faisant immédiatement les plus grands efforts pour restituer à l'artillerie sa puissance de destruction, elle s'est posé le problème difficile de percer les cuirasses de plus en plus épaisses des nouveaux navires de guerre.

» Dès les premiers progrès faits dans cette voie par une nation maritime, les autres ne pouvaient s'abstenir d'efforts analogues pour accroître aussi la puissance de leur artillerie. La solution de ce problème a exigé et exige encore un travail considérable, des études de tous les instants et le remaniement complet de toutes les parties du matériel.

» C'est ainsi, pour ne parler que de ce qui se passe dans notre pays, que nos canons, dont le plus lourd (le canon lisse de 50) pesait autrefois 4663 kilogrammes, atteignent aujourd'hui 5000, 8000, 15000, 21000 et 35000 kilogrammes, lourdes masses pour lesquelles il a fallu créer des organes mécaniques pour les manœuvrer et pour les maîtriser dans le mouvement de recul : les poids des projectiles lancés par ces canons ont été portés à 45, 75, 144, 216 et 342 kilogrammes.

» Pour permettre aux canons de résister aux efforts nécessités par la mise en mouvement de projectiles pesant trois fois le poids du boulet sphérique de même calibre et lancés avec des vitesses comprises entre 410 et 450 mètres, vitesses qu'on tend à dépasser encore aujourd'hui, il a fallu étudier de nouveaux systèmes de construction et chercher des poudres moins brisantes que notre ancienne poudre de guerre. Ce sont toutes ces recherches, et celles analogues poursuivies à l'étranger, qui occuperont, au moins pendant un temps, la plus large place dans le *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*.

» Le premier numéro qui est mis sous les yeux de l'Académie contient :

» 1° Un aperçu très-sommaire des nombreuses expériences exécutées, dans ces dernières années, tant par la Commission de Gavre que par les autres Commissions permanentes et temporaires instituées au Département de la Marine;

» 2° Une note du général Frébault sur les travaux faits par la Marine française pour le tubage intérieur des bouches à feu frettées, travaux qui ont con-

duit à l'adoption, en 1870, des nouveaux canons en fonte, frettés, tubés, se chargeant par la culasse;

» 3° Le compte rendu d'expériences exécutées à Gavre sur l'artillerie modèle 1870, mentionnée ci-dessus;

» 4° Le compte rendu d'expériences exécutées à Nevers sur un canon de 9 centimètres en acier, auquel on avait appliqué le procédé de tubage des canons de la Marine;

» 5° Le résumé historique des expériences de date ancienne, entreprises au département de la Marine pour la création d'un système d'artillerie rayée;

» 6° La première partie d'une étude sur la résistance des tubes métalliques, applicables à la construction des canons, par le colonel Virgile;

» 7° Une note du capitaine Sebert, coordonnant les formules le plus habituellement employées dans l'examen des questions d'artillerie, formules établies pour la plupart par M. Hélie, le savant rapporteur de la Commission de Gavre;

» 8° Une description sommaire des bouches à feu anglaises de gros calibre, accompagnée de planches indiquant le mode de construction de ces engins de guerre.

» 9° Le compte rendu des expériences sur les poudres à canon de différentes espèces, exécutées en Angleterre par la Commission des substances explosibles, et dont notre confrère, le général Morin, a déjà entretenu l'Académie dans sa séance du 25 mars 1872. On trouvera dans l'Atlas du *Mémorial* la reproduction des courbes dressées par la Commission, et représentant les durées des parcours des projectiles dans l'âme du canon, leurs vitesses à chaque instant, enfin les pressions des gaz poussants, le tout en fonction des espaces parcourus. Toutefois la courbe des pressions est déduite par le calcul de celle des vitesses, les pressions n'ayant été directement observées par les expérimentateurs anglais au moyen des indicateurs à écrasement que dans des essais ultérieurs dont les résultats n'ont pas été rapprochés des pressions déduites des calculs, du moins dans aucun document venu à notre connaissance.

» Le premier numéro de l'*Aide-Mémoire* contient, avec planches à l'appui, la description des deux systèmes de bouches à feu rayées qui ont précédé celui de 1870.

» Un tableau inséré dans l'Atlas résume toutes les données relatives aux canons lisses aujourd'hui abandonnés. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Note sur la présence de l'acide avique dans un échantillon de guano, et réflexions sur l'estimation de la valeur vénale des engrais d'après leur analyse élémentaire* (1); par M. E. CHEVREUL.

« Le 7 de mai 1866 je fis connaître sous le nom d'*acide élique* (ἔλαιον, *huile*) une espèce chimique dont je venais de reconnaître l'existence dans le suint de mouton; parfaitement liquide au-dessus de 16 degrés, l'acide élique commençait à prendre de la viscosité de 15 à 14 degrés (2).

» Le 6 de décembre 1869 je revins sur l'acide *élique*, et j'annonçai à l'Académie avoir retiré de cet acide, essentiellement inodore, un acide nouveau que j'appelai *avique*, tant son odeur avec *celle des oiseaux* me paraissait identique (3)! N'y avait-il pas quelque hardiesse à donner le nom *avique* (*avis*) à un produit du suint de mouton? Elle fut justifiée le 6 de février 1871, lorsque le hasard me fit reconnaître l'*acide avique* dans les plumes d'un *albatros* (4); qu'on me permette d'en rappeler la circonstance, comme complément de ma Communication actuelle.

» Un obus prussien, tombé le 20 de janvier dans un cabinet de quelques mètres de superficie touchant à ma bibliothèque, m'obligea les jours suivants, après les nuits passées dans les serres du Muséum, au lieu de rentrer chez moi pour m'y reposer quelques heures, de me jeter sur un matelas dressé dans une des pièces de l'administration. La première matinée que j'y passai, en ouvrant une fenêtre après trois heures de sommeil, je sentis une odeur qui était bien celle de l'*acide avique;* en cherchant d'où elle provenait, guidé par l'odorat, je tombai *en arrêt* devant un paquet ficelé; l'ayant ouvert, je reconnus la peau d'un *albatros*, pourvue de ses plumes, et c'est de celles-ci que j'extrayai l'*acide avique* dont j'ai déjà entretenu l'Académie, et que dès lors je fus à l'abri dela critique d'avoir donné le nom d'*avique* à *un produit du mouton*.

» Si l'*odorat* m'a bien servi, je lui dois une nouvelle observation, et il s'agit encore de l'*acide avique* existant dans un produit bien estimé des

(1) Cette Note, lue à l'Académie dans la séance du 2 juin, doit être considérée comme un complément de quelques reflexions sur les engrais et les aliments envisagés au point de vue de leur composition immédiate, reflexions qui ont paru dans le *Bulletin des séances de la Société centrale d'Agriculture de France*, 1854 à 1855, 2e série, t. X.

(2) *Comptes rendus*, t. LXII, p. 1016.

(3) *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 1196.

(4) *Comptes rendus*, t. LXXII, p. 132.

agriculteurs, le *guano*, où je l'ai trouvé associé au carbonate d'ammoniaque.

» Comment se fait-il que, depuis qu'on recherche ce précieux engrais, qu'on l'analyse pour en connaître la valeur vénale, qu'on sait qu'il est le produit excrémentitiel des oiseaux, on n'y ait pas reconnu plus tôt l'*acide avique* comme un de ses principes immédiats? Comment se fait-il qu'en l'étudiant on n'ait pas eu la pensée d'y rechercher quelque propriété facile à constater pour le distinguer d'autres engrais qui ne la posséderaient pas? Cette question est résolue depuis longtemps pour ceux qui n'ignorent pas le délaissement de l'analyse immédiate organique en France, l'indifférence si ordinaire des travaux de cet ordre et l'oubli où elle est tombée dans l'enseignement agricole; il est entendu que je ne parle que de l'enseignement du ressort des sciences physico-chimiques, et non de l'enseignement dont les principes appartiennent aux mathématiques; et cependant l'agriculture ne pourra avoir le caractère scientifique qu'à l'époque où elle connaîtra d'une manière précise la composition immédiate des engrais et des produits organiques, ou, en d'autres termes, les *espèces chimiques* appelées *principes immédiats*, parties essentielles des engrais et des êtres vivants; or cette connaissance est l'objet de l'*analyse organique immédiate*.

» Effectivement, tant qu'on ignorera les espèces de principes immédiats constituant les engrais, il sera impossible de se rendre compte des effets spéciaux de chacun d'eux sur les différents sols arables auxquels on les ajoute avec l'intention de produire un effet déterminé sur des plantes qu'on y cultive spécialement. Or ce qu'on appelle la *teneur* en *azote* et *acide phosphorique*, etc., ne peut avoir une valeur réelle pour le cultivateur qu'avec la certitude que ce qu'il paye *au poids* agira d'une manière constante dans l'emploi qu'il en fera, ou en d'autres termes que, dans le sol auquel il l'ajoutera, il s'assimilera aux plantes d'une manière constante, eu égard au temps et au besoin de la végétation. Or voilà la certitude que l'*analyse élémentaire* ne donne pas, toutes les fois que les engrais comparés ne sont pas égaux en disposition à céder à la plante ce qu'il faut pour la nourrir. Or cette certitude ne peut être acquise qu'à la suite de recherches comparatives faites avec les principes immédiats des engrais, essayés chacun isolément sur des sols arables parfaitement distincts dont on connaît les propriétés physiques, les propriétés chimiques et tout ce qu'une pratique agricole peut avoir appris de la manière dont chacun d'eux se comporte avec les cultures spéciales qu'on y a pratiquées et qu'on y pratique.

» La détermination de l'*équivalence* de ce qu'on appelle assez générale-

ment des *rations alimentaires*, destinées aux animaux, n'est scientifique qu'à la condition d'avoir été précédée d'*analyses immédiates* propres à faire connaître les espèces de principes immédiats qui constituent chaque sorte d'aliments, afin d'assigner rigoureusement à chaque espèce de ces principes la part qu'elle prend à la nutrition de l'animal auquel on la donne. Il est évident que cette connaissance seule prononce sur l'*équivalence* des rations.

» D'où la conséquence : l'*analyse élémentaire des rations* ne sera satisfaisante qu'à la condition d'avoir la certitude que les éléments déterminés se rapporteront à des espèces de principes immédiats dont l'action, comme *aliment*, est identique ou très-rapprochée, connaissance chimique que donne seule l'*analyse organique immédiate*.

L'étude qu'il importe le plus de faire pour le progrès des sciences agricoles est donc la *détermination des principes immédiats des engrais et des aliments*, et *celles de leurs propriétés organoleptiques*.

» Et après la première détermination, en ce qui concerne les engrais, c'est l'étude de leurs principes immédiats, envisagée relativement aux principes immédiats des principaux sols arables. J'ai montré, par exemple, combien les sols de diverses natures agissent différemment relativement au *principe huileux*, qui est un des ingrédients des tourteaux de colza.

» La détermination de l'*équivalence* des aliments animaux exige encore bien plus impérieusement l'étude dont nous parlons que l'étude des engrais.

» Enfin, pour dire mon opinion tout entière, j'ajouterai que les recherches du ressort de la Chimie, éclairée des lumières répandues par la Physique sur les propriétés de son ressort, concernant les terrains et l'influence qu'ils reçoivent du climat, pour être complétement satisfaisantes, doivent avoir la sanction de l'expérience d'un cultivateur auquel la qualification d'*agronome* est justement acquise.

» Ces considérations sont une suite de quelques *réflexions sur les engrais et les aliments considérés au point de vue de leur composition immédiate* (1) et auxquelles je renvoie pour montrer l'intime liaison de mes idées actuelles avec celles que j'ai publiées il y a longtemps.

» En définitive, c'est donc parce que la *composition immédiate des engrais* n'est point considérée généralement comme indispensable à leur emploi

(1) Voir le *Bulletin des séances de la Société centrale d'Agriculture de France*, 2e série, t. X, 1855.

que l'*acide avique* n'a été mentionné dans le guano du Pérou que le 21 de mai de cette année à la Société d'Agriculture, MM. Becquerel, Boussingault et Peligot présents; et voici à quelle occasion : M. Dreyfus, concessionnaire actuel de l'exploitation du guano au Pérou, écrivait à la Société qu'il est faux, comme on l'affirme depuis trois ans, que les gisements du guano y soient épuisés, et il ajoutait d'ailleurs que de nouveaux gisements avaient été découverts; deux échantillons déposés sur le bureau en étaient la preuve : l'un, sous la forme cohérente, renfermé dans une boîte de fer-blanc, l'autre, à l'état de particules faiblement agrégées, était contenu dans un bocal de verre. Ayant retiré de la boîte de fer-blanc un morceau solide et d'aspect cristallin de 2 à 5 centimètres d'épaisseur, je fus frappé d'abord d'une forte effluve ammoniacale et quelques minutes après de l'*odeur avique;* craignant une erreur, j'écrasai entre mes doigts quelques centigrammes de la matière solide, et aussitôt la certitude me fut acquise de la présence de l'*acide avique*. Voilà le point de départ de quelques expériences auxquelles l'échantillon de guano dont je parle a donné lieu.

» Lorsqu'on tient plongé dans un verre à pied un fragment de guano solide d'aspect cristallin avec un volume d'eau dont le niveau le dépasse de deux à trois centimètres, une effervescence écumeuse, produite par de très-fines bulles de gaz, se manifeste et se prolonge de manière à ne pas permettre de croire qu'un dégagement d'air interposé la produit entièrement. L'eau se colore légèrement, et des flocons semblables à du sesquioxyde de fer hydraté se détachent de la matière du guano. En continuant les lavages, on observe que les premiers sont peu colorés relativement aux suivants. Si l'on jette sur le filtre toute la matière rougeâtre en suspension, on recueille une matière semblable au sesquioxyde de fer hydraté.

» Comme essai, je vais examiner successivement :

» § I. Les premiers lavages peu colorés;

» § II. Les suivants, qui le sont davantage;

» § III. Enfin la matière floconneuse, fortement colorée, recueillie sur le filtre.

» Les cristaux obtenus de l'évaporation des lavages aqueux du guano seront l'objet d'une deuxième Note.

§ I.

» *Premiers lavages*. — Légèrement colorés, ils sont très-alcalins au papier rouge de tournesol; ils exhalent l'odeur de l'ammoniaque et font une vive effervescence avec l'acide azotique sans se troubler.

» La solution sursaturée d'acide azotique trouble à peine le chlorure de barium et très-peu l'azotate d'argent, sans le précipiter. La solution exhale l'odeur *avique* très-sensiblement, surtout quand on y ajoute un acide.

» Cette odeur se manifeste lors même que toute l'eau de solution a été évaporée spontanément et qu'elle a donné des cristaux en longues et fines aiguilles et en dendrites, avec des amas sphéroïdaux ou allongés, formés de lamelles brillantes, légèrement colorées en orange-jaune *rabattu*.

» Je dépose sur le bureau le résidu d'une évaporation spontanée : l'odeur avique est des plus fortes, comme on peut s'en assurer.

§ II.

» *Lavages colorés.* — Si l'on n'a pas séparé les premiers lavages des suivants, on observe que les lavages colorés produisent un léger trouble en se mêlant aux premiers, mais ce trouble ne va pas jusqu'à produire un précipité, du moins immédiatement.

» Les morceaux de guano soumis à mes essais ont été dissous, sauf la matière colorée floconneuse qui a été recueillie sur le filtre. Il n'est pas resté de matière sableuse dans le verre où j'ai opéré le traitement, parce que j'avais pris la partie la plus homogène de l'échantillon.

» Les lavages colorés, soumis à l'évaporation spontanée, laissent des cristaux semblables à ceux des premiers lavages, sauf une couleur plus forte et qu'à la fin de la concentration des flocons colorés se produisent.

» Pendant l'évaporation, l'odeur avique se manifeste, et les cristaux du résidu ont l'odeur avique du premier lavage et à un degré plus prononcé encore.

§ III.

» *Flocons rappelant la couleur du sesquioxyde de fer hydraté.* — $0^{gr},500$ de cette matière séchée à 100 degrés, distillés au point de ramollir le verre de la cornue, ont laissé $0^{gr},345$ d'un charbon noir conservant la forme de la matière soumise à la distillation.

» Le produit volatil était très-alcalin au papier rouge; une partie se condensa en quelques gouttelettes, une autre en cristaux blancs; il ne se dégagea que très-peu de gaz; le produit gazeux colorait le papier de plomb, et avait une légère odeur prussique.

» Les $0^{gr},345$ de charbon ont donné

Carbone	0,040
Partie soluble dans l'eau	0,004
Résidu insoluble d'un gris normal	0,301
	0,345

» La partie soluble dans l'eau était alcaline, et renfermait un sel de potasse précipitant le chlorure de platine, tenant une trace de chlorure et très-probablement du phosphate de soude ou de potasse.

» La cendre lavée fit une légère effervescence avec l'acide azotique; elle devait sa couleur grise à une trace de charbon; on fit évaporer à sec pour brûler ce charbon, puis on reprit par l'eau aiguisée d'acide, on versa sur un filtre le liquide pour recueillir des flocons gélatineux qui étaient de la silice. Voici les expériences auxquelles elle fut soumise :

» Traitée par une solution concentrée de potasse, elle fut dissoute, sauf une trace de matière noirâtre.

» La solution alcaline étendue d'eau et sursaturée d'acide chlorhydrique concentré doucement se prit en gelée. La matière sèche reprise par l'eau acidulée laissa de la silice pesant $0^{gr},032$; elle était légèrement grise; par la calcination elle devint blanche : il semblerait donc qu'elle retenait du charbon malgré sa solution dans la potasse. La liqueur fut précipitée par l'ammoniaque, et le précipité gélatineux, recueilli sur un filtre, pesa, après avoir été calciné, $0^{gr},176$. Ce phosphate noircit par du charbon, mais devint parfaitement blanc par la calcination.

» Traité par l'acide sulfurique d'abord, puis de l'alcool ayant été ajouté à la liqueur concentrée, on sépara du sulfate de chaux d'un liquide tenant une quantité notable d'acide phosphorique.

» La liqueur séparée par la filtration du phosphate de chaux fut additionnée d'acide oxalique en léger excès. On obtint de l'oxalate de chaux cristallin, représentant 0,014 de sous-carbonate de chaux.

» La liqueur séparée de l'oxalate de chaux fut évaporée à sec; le résidu blanc, traité par l'acide sulfurique, donna du sulfate de magnésie cristallisé en aiguilles prismatiques représentant : magnésie, $0^{gr},026$.

» *Flocons rappelant la couleur du sesquioxyde de fer.* — Les flocons d'un rouge orangé brun uni avec l'eau d'acide azotique font une légère effervescence; des flocons colorés se séparent, la liqueur est elle-même colorée. Il se développe une odeur avique.

» La matière restée sur le filtre, bien lavée, avait certainement l'odeur avique. Après avoir été séchée, elle fut chauffée dans un petit tube fermé à un bout et donna un produit très-ammoniacal.

» La solution azotique donna par l'ammoniaque un précipité gélatineux de phosphate de chaux, qui fut lavé, puis traité par l'acide sulfurique pour y constater la présence de l'acide phosphorique.

» Ce phosphate de chaux s'était précipité avec de la matière *colorante organique*, qui en faisait une sorte de *laque orangée*, car celle-ci noircit par la chaleur et se décolore par la calcination.

» La liqueur précipitée par l'ammoniaque retenait une trace de chaux et probablement de magnésie; mais le sous-carbonate d'ammoniaque ne troublait pas pour ainsi dire la liqueur dont le phosphate de chaux avait été séparé. Peut-être le phosphate de chaux était-il accompagné de très-petites quantités de carbonate de chaux, et de magnésie à l'état de phosphate ou de phosphate ammoniacal.

» La couleur orangée brune des flocons de phosphate de chaux était organique; elle disparut par la calcination des flocons, et je ne me trompe pas en comparant ces flocons à la *laque* d'alumine, que je trouvai en 1824 dans le sol de la caverne de *Kuiloch*, dont les débris fossiles fixèrent l'attention de M. Buckland.

» Les conclusions des essais auxquels a été soumis l'échantillon de guano que j'ai examiné sont :

» 1° Il contient du carbonate d'ammoniaque et de l'acide avique. L'odeur de l'acide ne devient sensible qu'après la volatilisation complète du sel ammoniacal;

» 2° Le carbonate d'ammoniaque peut être séparé du guano par une température de 90 degrés;

» 3° Le carbonate d'ammoniaque est séparé du lavage du guano par l'évaporation spontanée de la solution. Restent les cristaux, dont l'examen sera l'objet d'une Note spéciale;

» 4° Les cristaux obtenus après l'évaporation de l'eau et du carbonate d'ammoniaque sont plutôt très-légèrement acides au papier de tournesol et à l'hématine qu'alcalins;

» 5° L'échantillon du guano examiné a laissé un résidu que l'eau n'a pas dissous, de la couleur du sesquioxyde de fer hydraté. Ce résidu est formé en grande partie de phosphate de chaux et probablement de phosphate ammoniaco-magnésien unis à une matière organique azotée complexe;

» 6° Cette matière colorée m'a rappelé une laque de couleur analogue, d'origine organique, mais qui avait pour principe immédiat inorganique l'alumine;

» 7° Un échantillon de guano du Pérou, que M. Decaux conserve depuis quatre ans, renferme de l'acide avique.

» Une Note spéciale aura pour objet : 1° l'examen des cristaux restant après l'évaporation spontanée de la partie soluble du guano; 2° les recherches relatives à la structure organique de quelques parties du guano. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur de nouveaux dérivés du propyle* (suite); *par* M. **Aug. Cahours.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie la suite de mes recherches sur les dérivés de la série propylique, me proposant, par cette étude poursuivie d'une manière continue, de combler, autant qu'il me sera possible, une des lacunes qui existent entre la série de l'éthyle et celle de l'amyle.

» *Glucinium propyle.* — Ayant pu me procurer quelques grammes de glucinium parfaitement pur, grâce à la libéralité de M. Dorvault, je me suis proposé de préparer le glucinium propyle. Dans ce but, j'ai fait agir un léger excès de ce métal, amené à l'état de lames minces, découpées en lanières, sur le mercure propyle, dans des tubes scellés à la lampe et maintenus à la température de 130 à 135 degrés. Ce métal a disparu promptement, et du mercure métallique s'est rassemblé à la partie inférieure du tube. Une nouvelle quantité de glucinium ajoutée ne fut dissoute que partiellement. L'excès de ce dernier demeurant intact, après une chauffe continuée pendant plusieurs heures, j'ai mis fin à l'expérience.

» Le produit extrait des tubes et distillé dans une atmosphère d'acide carbonique a passé pour la plus grande partie entre 240 et 260 degrés. Celui-ci, ayant été soumis à une nouvelle rectification, a fourni un liquide incolore bouillant entre 244 et 246 degrés, répandant à l'air des fumées épaisses, sans s'enflammer toutefois.

» Refroidi à — 17 degrés, il prend l'aspect d'une huile grasse un peu épaisse, mais ne se solidifie pas. L'eau le décompose avec violence en produisant un grand dégagement de gaz; il se forme en même temps, contre les parois du vase, un dépôt abondant de glucine hydratée.

» *Glucinium éthyle.* — J'avais, il y a treize ans, dans un travail d'ensemble sur les radicaux organo-métalliques, annoncé la formation d'un produit que j'étais en droit de considérer comme le *glucinium éthyle*, mais qu'il me fut impossible d'étudier, n'ayant eu en ma possession qu'une petite lame de ce métal, du poids d'environ 2 à 3 décigrammes, que je dus à l'obligeance de M. Debray. J'ai mis à profit le reste du glucinium que j'avais

à ma disposition et dont le poids s'élevait à $1^{gr},3$ pour préparer une certaine quantité de ce produit et en fixer la véritable nature.

» L'opération ayant été conduite de la même manière que pour le glucinium propyle, j'ai recueilli un produit distillant entre 180 et 195 degrés, qui, par une nouvelle rectification, a donné un liquide incolore et limpide, qui bout régulièrement entre 185 et 188 degrés.

» Ce liquide, qui répand à l'air d'épaisses fumées, s'enflamme lorsqu'on élève un peu sa température.

» L'iode paraît exercer sur ce produit une action analogue à celle que j'ai signalée relativement à l'aluminium éthyle.

» L'eau le décompose énergiquement même à la température de zéro. Un gaz inflammable se dégage en abondance, tandis que les parois se recouvrent d'un dépôt épais de glucine hydratée.

» L'alcool absolu l'attaque également avec vivacité; les parois du tube se recouvrent alors d'une substance transparente d'apparence cristalline.

» *Éther silicopropionique.* — En faisant réagir le chlorure de silicium sur l'alcool anhydre, M. Ebelmen s'est procuré diverses combinaisons éthérées dont la plus intéressante, l'éther orthosilicique, a été étudiée postérieurement avec beaucoup de soin par MM. Friedel et Crafts, qui ont fixé le véritable équivalent de ce produit, dont la composition, exprimée par la formule

$$Si(C^4H^5O^2)^4,$$

correspond à l'hydrate silicique

$$Si(HO^2)^4.$$

» Ils ont fait connaître en outre une série de produits intermédiaires entre le chlorure de silicium et l'éther silicique, représentés par les formules

$$Si(C^4H^5O^2)^3Cl,$$
$$Si(C^4H^5O^2)^2Cl^2,$$
$$Si(C^4H^5O^2)^2Cl^3,$$

composés qu'ils ont désignés sous les noms de *mono*, *di* et *trichlorhydrines siliciques*.

» En faisant agir le chlorure de silicium sur l'alcool propylique anhydre, j'ai vu se reproduire les phénomènes si bien décrits par Ebelmen. Le chlorure et l'alcool ayant été employés dans les rapports de 17 du premier pour

24 du second, et l'alcool étant versé dans le chlorure par petites portions à la fois, on observe, après chaque addition, un dégagement considérable d'acide chlorhydrique accompagné d'un abaissement très-marqué de température. Ayant soumis le mélange à la distillation, j'ai obtenu un produit bouillant entre 215 et 230 degrés, qui, après une nouvelle rectification, m'a fourni un liquide incolore et très-limpide, bouillant d'une manière fixe entre 225 et 227 degrés. Sa densité est de 0,915 à la température de 18 degrés.

» Agité dans un tube avec de l'eau distillée, il s'en sépare par le repos sous la forme d'une huile limpide nageant à la surface; par un contact de plusieurs heures avec ce liquide, l'éther silicopropionique s'altère et laisse déposer de la silice gélatineuse. L'altération est plus rapide si l'on porte à l'ébullition le mélange d'éther silicopropionique et d'eau.

» Abandonné sous une cloche à côté d'un vase renfermant de l'eau, cet éther se saponifie très-lentement au contact de la vapeur aqueuse et donne, au bout de quelques jours, un dépôt de silice qui se contracte et durcit graduellement, phénomène semblable à celui qu'Ebelmen a signalé lorsqu'on abandonne l'éther silicique au contact de l'air humide.

» L'alcool propylique renfermant un peu d'eau, distillé avec l'éther silicopropionique, donne naissance à des produits à point d'ébullition très-élevé, qui renferment très-probablement du disilicate hexapropylique.

» *Monochlorhydrine silicopropionique.* — Lorsqu'on chauffe en vases clos, à 160 degrés, pendant trois à quatre heures, un mélange de chlorure de silicium et d'éther silicopropionique dans le rapport de 1 du premier pour 4,5 du second, on détermine une réaction semblable à celle qu'ont signalée MM. Friedel et Crafts.

» Le produit formé dans ces circonstances, qui, après purification, bout entièrement entre 208 et 210 degrés, et dont la densité est de 0,980, n'est autre que la monochlorhydrine silicopropionique. Sa formation s'explique au moyen de l'équation

$$\mathrm{Si\,Cl^4 + 3\,[Si\,(Cl^6\,H^7\,O^2)^4] = 4\,[Si\,(C^6\,H^7\,O^2)^3\,Cl}.$$

» *Dichlorhydrine silicopropionique.* — Fait-on agir, comme précédemment, le chlorure de silicium en vases clos à la température de 160 à 165 degrés sur la monochlorhydrine silicopropionique, dans les rapports de 1 du premier pour 2,8 du second, ou soumet-on pareillement à la température de 170 degrés, dans les mêmes conditions, un mélange de chlorure de silicium et d'éther silicopropionique normal, dans les proportions de

1 à 1,52, ces produits, par leur réaction mutuelle, engendrent la dichlorhydrine silicopropionique, ainsi que l'expriment les deux équations suivantes :

$$\mathrm{Si\,Cl^4} + 2[\mathrm{Si(C^6H^7O^2)^4}] = 3[\mathrm{Si(C^6H^7O^2)^2Cl^2}],$$
$$\mathrm{Si\,Cl^4} + \quad \mathrm{Si(C^6H^7O^2)^4} = 2[\mathrm{Si(C^6H^7O^2)^2Cl^2}].$$

» La dichlorhydrine silicopropionique est un liquide incolore, très-limpide, dont l'odeur éthérée est légèrement piquante.

» Elle bout entre 185 et 188 degrés. Sa densité est de 1,028.

» Traitée par le chlorure de silicium en vases clos, comme dans les expériences précédentes, elle donne un liquide dont le point d'ébullition est beaucoup plus bas et qui très-probablement est la trichlorhydrine silicopropionique.

» *Éther boropropylique.* — Lorsqu'on fait passer un courant très-lent de chlorure de bore parfaitement pur dans de l'alcool propylique anhydre disposé dans une cornue qu'on maintient à une température voisine de zéro, le gaz est absorbé très-promptement, et bientôt il se scinde en deux couches.

» La supérieure, additionnée d'une petite quantité d'alcool propylique anhydre, est-elle soumise à la distillation, le thermomètre monte rapidement à 165 degrés et le liquide distille presque en entier entre cette température et 180 degrés. Ce produit étant soumis à de nouvelles rectifications fournit un liquide bouillant entre 172 et 175 degrés : *c'est le borate tripropylique.*

» Ce composé se présente sous la forme d'un liquide incolore, très-mobile, doné d'une odeur éthérée faible. Sa saveur est brûlante, avec un arrière-goût légèrement amer. L'alcool et l'éther le dissolvent facilement. Sa densité est de 0,867, à la température de 16 degrés.

» L'eau le dissout immédiatement et le décompose progressivement. Si la quantité d'eau ajoutée est faible, on obtient au bout de peu de temps un dépôt abondant d'acide borique. Il est inflammable et brûle avec une flamme bordée de vert, en répandant d'épaisses fumées d'acide borique.

» Sa composition est représentée par la formule

$$\mathrm{Bo(C^6H^7O^2)^3}.$$

» *Allophanate de propyle et propyluréthane.* — On sait qu'en faisant agir les vapeurs d'acide cyanique sur l'alcool absolu MM. Liebig et Wöhler ont signalé la formation d'un produit cristallisé qu'ils ont désigné sous le nom d'*éther allophanique*. Ce composé peut également s'obtenir, ainsi qu'il résulte de recherches récentes de M. Hofmann, en faisant agir l'alcool sur l'urée

dans un appareil à reflux. Dans ce cas, la formation de l'éther allophanique est constamment accompagnée de celle de l'uréthane ou éther carbamique.

» L'urée prédomine-t-elle dans le mélange, la proportion de l'éther allophanique l'emporte sur celle de l'uréthane; le contraire s'observe lorsqu'on fait intervenir l'alcool en excès.

» En remplaçant, dans l'expérience précédente, l'alcool vinique par l'alcool propylique, j'ai pu me procurer l'allophanate propylique sous la forme de lames nacrées, très-peu solubles dans l'eau froide, se dissolvant très-bien, au contraire, dans l'eau bouillante et surtout dans l'alcool, et fondant entre 150 et 160 degrés. Ce produit présentant, ainsi qu'on devait s'y attendre, les propriétés des éthers *allophanoéthylique et amylique*, il serait superflu d'y insister.

» Sa composition est représentée par la formule

$$C^{10}H^{10}Az^2O^6.$$

» Fait-on agir un excès d'alcool propylique sur l'urée, soit dans un appareil à reflux, soit dans des tubes scellés à la lampe, dont on a soin de briser la pointe de temps en temps, pour permettre à l'ammoniaque formée de se dégager, on obtient une grande quantité de propyluréthane, qu'on sépare de l'excès d'urée en reprenant le résidu par l'éther et évaporant à une douce chaleur pour chasser ce liquide, ainsi que l'excès d'alcool propylique employé. Le résidu, étant repris par une petite quantité d'eau, laisse de côté l'allophanate propylique, tandis que la propyluréthane se dissout en entier. L'évaporation de la liqueur filtrée fournit cette matière parfaitement pure.

» La propyluréthane se présente sous la forme de longs prismes limpides et très-éclatants. L'eau, l'alcool et l'éther la dissolvent facilement. Elle fond entre 51 et 53 degrés et bout entre 194 et 196 degrés.

» De même que son homologue l'uréthane éthylique, cette substance présente une très-grande tendance à la cristallisation. Lorsqu'elle est humide, elle se décompose par l'action de la chaleur et laisse dégager de grandes quantités d'ammoniaque.

» Sa composition est représentée par la formule

$$C^8H^9AzO^4.$$

» Sa formation, au moyen de l'action réciproque de l'alcool propylique et de l'urée, s'explique au moyen de l'équation

$$\underbrace{C^2H^4Az^2O^2 + C^6H^8O^2}_{\text{Urée. Alcool propylique.}} = AzH^3 + \underbrace{C^8H^9AzO^4}_{\text{Propyluréthane.}}. \text{ »}$$

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur une question relative à la parole, à l'état normal et anormal.* Note de M. **Bouillaud.**

« La parole, ou le langage articulé, en tant que faculté intellectuelle spéciale, est une de celles qui n'appartiennent qu'à l'homme, et qui constituent par conséquent ses attributs *caractéristiques*. Il est néanmoins un certain nombre d'hommes qui naissent privés pour toujours de cet admirable mode de langage ou d'expression. Je veux signaler ici les sourds-muets de naissance, lesquels ne peuvent parler, par cela même que, étant sourds, ils n'entendent nullement les paroles prononcées devant eux. On sait qu'ils n'en possèdent pas moins toutes les autres facultés spéciales de l'intelligence, et quelques-uns d'entre eux, à un degré supérieur.

» Eh bien, il est des maladies du cerveau qui, chez les hommes naturellement doués du libre exercice de la parole, portent exclusivement leur atteinte sur cette faculté, et les dérangent plus ou moins profondément. Lorsqu'elles en déterminent la perte complète (*aphasie*), elles métamorphosent pour ainsi dire les malades en une espèce nouvelle de muets (*muta*). Je dis en une espèce nouvelle, car ceux-là ne sont pas, comme les précédents, privés de la parole, parce qu'ils n'entendent pas, ni parce que la voix leur manque. Ils ont, en effet, conservé la voix et l'ouïe.

» Quelle est donc, me demandera-t-on, la cause essentielle, la raison réelle de cette nouvelle et curieuse espèce de lésion de la parole? Tel est précisément le problème que je me propose d'examiner dans l'une des prochaines séances de l'Académie, à laquelle il n'a pas, que je sache, encore été soumis.

» Si j'ai cru devoir demander aujourd'hui la parole sur ce grave sujet, c'est qu'il existe en ce moment, dans mon Service clinique de l'Hôpital de la Charité, un cas des plus remarquables de l'espèce de lésion du langage articulé, sur laquelle l'Académie voudra bien me permettre d'appeler sa plus sérieuse attention. Je me bornerai, quant à présent, au récit succinct du cas dont il s'agit.

» Le nommé Picarda (Jean), âgé de cinquante-sept ans, marié, charretier, demeurant à Maisons-Alfort (16, rue des Bretons), fut apporté, le 12 novembre 1872, salle Saint-Jean-de-Dieu, n° 19. Il venait de tomber tout à coup dans la rue, frappé d'une hémiplégie de tout le côté droit, et d'une telle perte de la parole qu'il ne put prononcer aucun mot, pas même son nom, ni dire son âge, sa demeure, son état civil. Quand je le vis le lendemain, il n'avait point repris l'usage de la parole, et ne répondait à au-

cune des questions que je lui adressais, bien qu'il les comprît (lui ayant dit qu'il ne pouvait, sans doute, répondre à ce que je lui demandais, il me fit de la tête un geste d'acquiescement). Il conservait les mouvements de la langue, de la lèvre et de la joue gauches, des yeux, avait conservé la voix et buvait facilement.

» Le 20 novembre, la perte de la parole persistait. Le malade comprenait à merveille, avait recouvré pleinement sa mémoire des mots, des choses et des personnes. Il se dépite de ne pouvoir répondre à mes questions autrement que par des gestes, des sons inarticulés, à part le mot *oui*, qu'il prononce parfois, mais très-imparfaitement.

» 9, 16, 20 décembre. — Le malade est parvenu à prononcer, non sans bredouiller, les mots *oui*, *non*, et, au dire de l'infirmier, quelques jurons; il a le visage éveillé et fort intelligent; il s'impatiente toujours de ne pouvoir répondre à ce qu'on lui demande et qu'il comprend très-bien.

» 15 janvier, 19, 21 et 28 février 1873. — Le côté droit de la face a repris graduellement la liberté de ses mouvements, comme on le reconnaît surtout quand le malade s'anime et rit; le membre inférieur droit peut exécuter laborieusement quelques faibles mouvements. Le malade prononce, toujours très-difficilement, un plus grand nombre de mots simples, mais sans pouvoir les assembler en phrases, malgré tous les efforts qu'il fait, surtout quand je vais le voir, ce qui lui cause une satisfaction qu'il me témoigne par des gestes très-vifs. Il continue à donner les preuves les plus manifestes de l'intégrité de son intelligence (de la faculté de compter en particulier). Un jour, je lui présente sa pancarte et le prie de m'en lire quelques mots. Il parvient avec effort, en s'y prenant à plusieurs fois et en épelant, à prononcer son nom : *Pi-car-da*, puis *Picarda*. Il n'a pu prononcer celui de *charretier* (sa profession), mais, au milieu de ses gestes et de ses cris d'impatience, il a proféré d'une manière distincte et sans s'arrêter ce juron : *nom de D...!*

» Comme il sait écrire, j'aurais bien voulu qu'il essayât *d'écrire* quelques mots, mais la paralysie de sa main droite ne le lui permettait pas (j'ai vu des personnes privées de la parole, sans nulle paralysie du membre supérieur droit, écrire avec plus ou moins de facilité). Le 28 février, Picarda prononce assez librement les chiffres : 1, 2, 3, 4, 5, etc., ainsi que les lettres de l'alphabet, épèle (toutefois certaines lettres, l'*r* en particulier et quelques syllabes, sont pour lui très-difficiles ou même impossibles à articuler).

» Tel est encore aujourd'hui (9 juin) l'état de notre malade, sous le

point de vue de la parole ou du langage articulé. Il ne peut prononcer que des mots isolés, quelques bouts de phrases, et est absolument incapable de tout discours suivi.

A part la lésion dont il s'agit et qui paraît frapper principalement, peut-être même exclusivement, le pouvoir nerveux central nécessaire à l'exécution des mouvements si compliqués et *coordonnés* de la parole, notre malade, je ne saurais trop le répéter, possède dans toute leur plénitude les facultés intellectuelles affectives et morales dont il jouissait avant l'affection cérébrale dont il a été frappé.

» Dans une des prochaines séances de l'Académie, je m'efforcerai de démontrer que cette affection, dans les cas de ce genre, a constamment son siége dans cette partie du cerveau qu'on appelle les *lobes antérieurs.* »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours pour le grand prix des Sciences Mathématiques à décerner en 1873 (discuter les anciennes observations d'éclipses transmises par l'histoire, en vue d'en déduire l'accélération séculaire du moyen mouvement de la Lune).

MM. Le Verrier, Puiseux, Serret, Lœwy, Faye réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Villarceau, Liouville, Bertrand.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours pour le prix extraordinaire relatif à l'application de la vapeur à la Marine militaire.

MM. Pâris, Dupuy de Lôme, Jurien de la Gravière, Morin, Tresca réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Rolland, Phillips.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'intervention de l'azote atmosphérique dans la végétation*. Note de M. **P.-P. Dehérain**.

« Dans un Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire devant l'Académie, le 11 décembre 1871 (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1352), j'ai annoncé

que j'avais réussi à fixer l'azote atmosphérique sur les matières noires qui se forment pendant la décomposition des hydrates de carbone.

» Les expériences que j'ai exécutées depuis cette époque m'ont permis de démontrer, plus complétement que je ne l'avais fait lors de mes premières recherches, que cette fixation a lieu, en effet; qu'elle se produit à la température ordinaire; enfin qu'elle est due à la formation de l'ammoniaque.

» Dans une petite ampoule en verre mince, facile à briser par le choc, j'introduis la matière que je veux faire agir sur l'azote atmosphérique; je glisse cette ampoule fermée dans un tube à analyse, bouché à une de ses extrémités; je l'étrangle ensuite à la lampe, je le laisse revenir à la température ordinaire, puis je soude rapidement le verre à lui-même, de façon à obtenir une fermeture hermétique. Par un mouvement brusque, je casse l'ampoule, je chauffe au bain-marie, puis après refroidissement je recueille les gaz, je les analyse et je compare le volume de l'azote restant à celui qui était primitivement contenu dans l'air du tube, le volume de ce gaz primitif étant égal à la capacité intérieure dn grand tube, diminuée du volume extérieur de l'ampoule.

» En opérant par cette méthode j'ai obtenu, au mois de juillet dernier, les résultats suivants :

» *Expérience* n° 1. — Matière absorbante : glucose et ammoniaque. Azote primitif, 38 centimètres cubes; azote final, 21 centimètres cubes; azote disparu, 17 centimètres cubes ou 44,7 pour 100 de l'azote primitif.

» *Expérience* n° 2. — Même matière absorbante. Azote primitif, $33^{cc},6$; azote final, 20 centimètres cubes; azote disparu, $13^{cc},6$ ou 40,4 pour 100 de l'azote contenu dans le tube au commencement de l'expérience. Il ne restait dans les tubes qne de l'azote, tout l'oxygène avait disparu.

» Ces résultats démontrent l'exactitude du fait que j'avais annoncé; ils font voir, en outre, que, contrairement à ce que j'avais pensé d'abord, ce n'est pas de l'acide azotique qui prend naissance dans ces expériences; 2 volumes d'azote s'unissent à 5 volumes d'oxygène pour former l'acide azotique; or, il y avait dans l'air des tubes, au commencement de l'expérience, $9^{cc},5$ et $8^{cc},4$, et il en aurait fallu, pour former de l'acide azotique avec l'azote disparu, $42^{cc},5$ dans le premier cas et 34 dans le second.

» Comme dans aucune de ces expériences on ne peut reconnaître la présence des cyanures, j'arrivai à conclure qu'il se formait de l'ammoniaque, par suite de l'union de l'hydrogène provenant de la décomposition de la matière organique avec l'azote atmosphérique; la synthèse de l'ammoniaque, au moyen de ses éléments, n'a été réalisée sur de notables quantités que dans ces derniers temps, par MM. Thenard; l'idée que ce gaz se forme directement dans le sol arable a déjà été émise, il y a une trentaine

d'années, par le chimiste hollandais, M. Mulder (1), mais elle n'a pas été admise, faute de preuves expérimentales suffisantes; et, en effet, M. Mulder parait avoir ignoré la condition la plus favorable à la réalisation du phénomène, qui est l'absence d'oxygène.

» J'avais remarqué depuis longtemps que, dans mes expériences, il ne restait plus d'oxygène dans les tubes, et c'était là une condition avantageuse; car il est clair que, si la matière organique en se décomposant donne de l'hydrogène, il y aura d'autant plus de chances de voir apparaître l'ammoniaque que l'absence d'oxygène empêchera toute formation d'eau; l'importance de cette condition est, au reste, mise en évidence dans les expériences dont il me reste à rendre compte, et dans lesquelles j'emploie des méthodes différentes des précédentes.

» J'ai conclu à la fixation de l'azote atmosphérique sur les matières carbonées, en constatant la disparition d'une certaine quantité de l'azote primitivement contenu dans les tubes, mais c'est là un dosage par différence qu'il convient d'appuyer par un autre mode de recherches, dans lequel on dosera l'azote sortant de la combinaison organique où on l'aura fait pénétrer.

» On mélange dans un ballon 10 grammes de glucose, exempt d'azote, combiné à 40 grammes de soude caustique également exempte d'azote, et on fait passer dans le liquide, légèrement chauffé pour déterminer l'attaque, de l'air atmosphérique; on evapore le liquide à sec, on introduit la matière noire ainsi obtenue dans un tube avec la chaux sodée, et on dose l'azote par la méthode de M. Peligot; on a trouvé que les 10 grammes de glucose avaient fixé $0^{gr},015$ d'azote. Quand, au lieu d'air, on fait passer de l'azote pur, obtenu en dépouillant l'air d'oxygène au moyen du cuivre chauffé au rouge, on obtient des résultats beaucoup plus favorables. On a trouvé, dans trois expériences successives, que les 10 grammes de glucose ont fixé $0^{gr},069$, $0^{gr},065$, $0^{gr},072$ d'azote, c'est-à-dire environ cinq fois plus que lorsqu'on a fait passer de l'air atmosphérique dans le mélange alcalin.

» Il est remarquable, au reste, que la matière ainsi produite, et que M. Fremy a bien voulu examiner, ne dégage son azote à l'état d'ammoniaque que sous l'influence des alcalis fixes, au rouge; c'est une véritable matière organique azotée, du même ordre que celles que M. Thenard a préparées depuis longtemps et qui sont remarquables par leur fixité; mais celle-ci a pris directement son azote dans l'atmosphère.

» On peut donc considérer comme un fait acquis que, à chaud, l'azote

(1) *The Chemistry of vegetable and animal Physiology*, traduction anglaise du Dr Tromberg. Londres et Édimbourg, 1849.

atmosphérique s'unit aux matières noires provenant de l'attaque des hydrates de carbone par les alcalis; mais il restait à démontrer que cette union a lieu à froid et qu'il est encore possible de la réaliser quand ces matières carbonées se décomposent spontanément; il était vraisemblable que, dans ces conditions, la fixation d'azote serait faible : il fallait donc exécuter les mesures de gaz avec beaucoup de précision.

» On mesura sur le mercure de l'air atmosphérique humide, on nota la pression, la température, puis on fit passer dans cet air les matières qu'on supposait pouvoir agir sur l'azote, c'est-à-dire non-seulement le glucose mêlé aux alcalis, mais encore de la sciure de bois humide, mêlée ou non à de la chaux, enfin de l'humus du vieux bois. Après huit ou quinze jours, on mettait fin à l'expérience, on mesurait le gaz de nouveau, on l'analysait, on ramenait l'azote primitif et l'azote final à zéro et à 760 millimètres, et l'on pouvait reconnaître s'il y avait eu absorption ou dégagement d'azote. Quand on opère avec des liquides, ce procédé est rigoureux; des expériences faites à blanc en introduisant de l'eau dans l'éprouvette ont permis, toutes corrections faites, de voir que l'azote final était égal à l'azote primitif; mais, quand on fait usage de matières pulvérulentes, il est rare, quand l'opération manque, qu'on ne trouve pas un léger excès d'azote, dû à l'air introduit en même temps que la matière pulvérulente; cette cause d'erreur n'est susceptible, au reste, que de masquer une absorption d'azote, elle ne saurait la faire apparaître quand elle n'existe pas.

» Au milieu d'un grand nombre d'expériences négatives, on réussit parfois à obtenir la fixation de l'azote dans les conditions précédentes, mais très-habituellement cette fixation n'a lieu que dans une atmosphère où tout l'oxygène a été métamorphosé en acide carbonique, de telle sorte qu'on fut encore conduit à opérer dans l'azote pur.

» L'azote était obtenu comme il a été dit plus haut; on ne le mesurait que vingt-quatre heures après sa préparation, pour être certain qu'il était à la température du laboratoire. Chaque échantillon de gaz était du reste essayé, afin de reconnaître s'il ne renfermait pas quelques traces d'oxygène ou d'acide carbonique; 100 centimètres cubes d'azote étant mesurés sur le mercure, on introduisait la matière absorbante; on laissait le tout en contact pendant huit jours, puis on mesurait le gaz restant et on l'analysait; on déterminait ainsi l'azote final, qui était ramené par le calcul à zéro et à 760 millimètres.

» Sur vingt-deux expériences exécutées par cette méthode, on a observé deux fois un dégagement d'azote de $0^{cc},9$ et de $0^{cc},6$, trois fois des résultats nuls, et dix-sept fois une absorption d'azote, de 1, 2, 3 centimètres cubes; le mélange de glucose et de soude est le plus efficace, il a donné dans une expérience une absorption de $5^{cc},2$, et dans une autre de $5^{cc},9$; la sciure de bois humide ou mêlée de chaux éteinte a donné une absorption variant de 1 à 2 centimètres cubes.

» Il est donc établi, d'après ces expériences, que la fixation de l'azote par les matières carbonées, qui a lieu à 100 degrés, se produit également

à froid, mais, ainsi qu'il était facile de le prévoir, avec une moindre énergie, et que, de plus, une atmosphère appauvrie en oxygène est favorable à cette fixation. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur les causes multiples qui provoquent la chute de la foudre;* par M. W. de Fonvielle. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Après avoir rapidement énuméré les causes tenant à la forme, à la nature, à la situation de l'objet fulguré, l'auteur cherche à montrer que deux objets conducteurs voisins réagissent forcément l'un sur l'autre, quand ils se trouvent placés sous l'influence d'un nuage orageux. Il cherche à établir que cette influence réciproque n'est point la même dans le cas où les deux objets conducteurs sont isolés, ou lorsqu'ils sont placés en communication avec le réservoir commun, soit l'un et l'autre, soit l'un ou l'autre seulement.

» Chacun sait qu'un nuage électrisé agit par influence sur tous les objets qu'il recouvre; mais, à ce que croit l'auteur, personne n'a encore remarqué que, par le fait de son mouvement, le nuage électrisé produit des réactions spéciales. D'après l'auteur, il se comporte comme le plateau tournant d'une machine de Holtz, qui, par son mouvement à distance d'un corps influencé, produit, comme on le sait, un énergique dégagement d'électricité.

» L'auteur cherche à tirer quelques conséquences pratiques de cette assimilation, qui lui paraît de nature à expliquer comment il se fait que les objets conducteurs isolés, placés au sud-ouest ou au nord-est de masses considérables en large communication avec le réservoir commun, soient exposés à être plus fréquemment fulgurés que si un périmètre voisin n'avait pas été protégé.

» Il espère arriver ultérieurement à fournir la preuve expérimentale de toutes ces déductions théoriques, à l'aide d'un enregistreur spécial pour les paratonnerres à condensateur, dont il a déjà eu l'honneur d'entretenir l'Académie au commencement du mois de janvier dernier.

» L'auteur énumère certains phénomènes tels que les ras de marée, qui semblent montrer que l'attraction des nuages est en effet assez puissante pour se faire sentir jusqu'à la surface de la Terre. Il lui paraît néces-

saire d'en conclure, par voie réciproque, que l'influence de la surface est parfois assez puissante pour modifier l'allure des nuées, pour leur imprimer dans certains cas une vitesse plus grande avant qu'elles ne parviennent au zénith de l'objet influencé. Changeant forcément de rôle, ces attractions peuvent, dans d'autres circonstances et notamment lorsqu'il n'y a point eu de décharge électrique, diminuer la vitesse des nuages, après qu'ils ont passé au zénith des objets électrisés.

» L'auteur rapproche ces actions mutuelles, que plusieurs physiciens ont signalées et que lui-même a souvent observées, des attractions et des répulsions que, suivant Hansteen, les astres doivent exercer les uns sur les autres, en vertu du pouvoir magnétique dont ils sont doués incontestablement. En effet, ces attractions et ces répulsions magnétiques, dont on a trop longtemps négligé de tenir compte, viennent se juxtaposer aux mouvements produits par l'attraction newtonienne et l'impulsion primitive, comme les déplacements des nuages se combinent avec l'action générale du vent.

» L'auteur termine son travail en faisant remarquer que les modifications constatées dans la valeur du magnétisme terrestre, par suite du mouvement des astres, sont analogues à celles que les nuages produisent sur l'électrisation des points de la surface terrestre. Dans tous les cas, qu'il s'agisse des astres ou des nuages, une partie quelconque des forces électriques développées doit provenir incontestablement de la transformation des efforts dynamiques exercés, que le moteur soit le vent, ou une cause quelconque connue ou inconnue de mouvement. »

M. D. Carrère adresse une Note relative à un procédé d'intégration des équations du mouvement elliptique d'une planète.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Serret.

M. Ch. Pigeon adresse une « Théorie du sommeil ».

Ce travail sera soumis à l'examen de M. Cl. Bernard.

M. A. Bouvier adresse un Mémoire sur la théorie du vol des oiseaux.

Ce Mémoire sera soumis à la Commission chargée de juger le Concours relatif à cette question.

M. J. Billet adresse une Note relative à un système d'ancres ramées pour la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)



M. J. Vinot adresse une Note relative à la théorie des parallèles.

(Renvoi à la Commission nommée pour les questions relatives à cette théorie.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Sur la théorie des taches et sur le noyau obscur du Soleil*; *par* M. E. Vicaire.

« En discutant la théorie des cyclones solaires, j'ai fait remarquer que les effets de dépression attribués par M. Faye à ces cyclones sont hors de proportion avec la grandeur de la cause. L'éminent astronome m'ayant répondu, en s'appuyant sur les observations de M. Respighi, qu'on voit l'engouffrement de la chromosphère se produire au-dessus de taches, j'ai répondu à mon tour : « Peut-être cet abaissement de la chromosphère, à » le supposer démontré, pourrait-il s'expliquer (et non s'appliquer, ainsi » que me le fait dire une faute d'impression) de bien des manières; mais » il est formellement contesté par le P. Secchi ». Et j'ajoutais quelques développements empruntés à une Lettre de l'éminent astronome romain.

» Actuellement, M. Respighi maintient l'exactitude de ses observations, et M. Faye celle de la conclusion qu'il en a tirée.

» A mon tour, je demanderai la permission de laisser au P. Secchi le soin de défendre une assertion qu'il n'a pas émise à la légère. Je ferai remarquer seulement que je ne m'étais pas adressé à lui pour le prier de me tirer d'embarras, comme M. Faye le suppose. C'est de sa propre initiative, en me répondant à propos d'une autre question, que le P. Secchi voulut bien me communiquer un fait qui intéressait la discussion pendante.

» Mais, tout en profitant de l'appui que m'apportait une autorité aussi considérable, je me suis bien gardé de prendre parti entre l'illustre observateur du Collége romain et celui du Capitole, sur une question de fait dans laquelle je n'avais qu'à déclarer mon incompétence. Ma position est beaucoup plus simple : si le P. Secchi a raison, un argument regardé par M. Faye comme tout à fait décisif se trouve écarté; sinon, il reste encore à savoir si cet argument est vraiment décisif, et si, comme je le disais, le fait n'est pas susceptible de plusieurs explications.

» A vrai dire, l'opinion de M. Respighi s'accorderait peut-être mieux que celle du P. Secchi avec ma propre théorie. L'abaissement ou la suppres-

sion totale de la chromosphère sur les taches résulterait, non pas d'un engouffrement, mais de ce que le dégagement de gaz qui a lieu dans toute l'étendue de la surface solaire est intercepté dans l'axe des taches. Comme, d'autre part, il y a un dégagement particulièrement abondant à la périphérie de ces mêmes taches, dégagement qui donne lieu aux facules ambiantes, et au-dessus d'elles, dans la chromosphère, à un bourrelet qui enveloppe ces facules, il se peut faire que, dans les taches d'un petit diamètre, ces bourrelets se rejoignent au centre, et que la chromosphère y soit plus élevée qu'ailleurs. S'il en était ainsi, M. Respighi aurait raison pour les grandes taches et le P. Secchi pour les petites.

» On le voit donc, pour que le fait observé par M. Respighi, en supposant, je le répète, qu'il soit certain, vînt à l'appui de la théorie des cyclones, il faudrait d'abord que ce fait résultât véritablement d'un engouffrement de la chromosphère, ce qui est loin d'être évident. Mais, en outre, il faudrait que cet engouffrement ne pût être produit par un cyclone, ou au moins qu'on nous montrât un cyclone à la base. Or les mouvements tournants n'ont été aperçus dans les taches solaires que dans des cas très-exceptionnels.

» En définitive, tout ce qu'on peut rigoureusement conclure de l'observation de M. Respighi, c'est que la cause qui produit les taches est assez puissante pour déterminer, dans la chromosphère, une modification de même nature et du même ordre de grandeur que celle qui a lieu dans la photosphère. Or je suis si loin de contester cela, que toute mon objection repose précisément sur la grandeur de ces effets. Je montre que la seule cause que M. Faye ait pu découvrir pour ses tourbillons n'est pas capable, à beaucoup près, de produire des effets de cette importance. Donc cette cause n'est pas la cause des taches.

» Les personnes qui ont suivi cette discussion m'accorderont peut-être que cette objection, qui n'était pas la seule, était moins vague qu'elle ne l'a paru à M. Faye. J'ai en effet comparé la cause assignée aux cyclones solaires à celle à laquelle on attribue les cyclones terrestres. Pour cette comparaison, qui n'est, comme le disait M. Faye, qu'une affaire de calcul, j'ai admis les données mêmes que l'éminent académicien avait choisies aussi favorables que possible à sa théorie. Le calcul a décidé que l'accélération centrifuge dans le cyclone solaire n'était que $\frac{1}{187}$ de ce qu'elle est dans le cyclone terrestre, et cela en atténuant beaucoup la cause qui produit ce dernier. Or il est certain, d'autre part, que la dépression de la photosphère dans les taches, et aussi, d'après M. Respighi, celle de la chromo-

sphère, est égale à plusieurs milliers de fois celle que produisent les cyclones terrestres. En effet, un abaissement de 4 centimètres dans la colonne barométrique correspond, au niveau de la mer, à un déplacement en altitude de 430 mètres, soit $\frac{1}{15000}$ du rayon terrestre, et l'on sait qu'il y a des taches solaires dont la profondeur surpasse ce rayon.

» Ainsi la cause assignée aux taches par M. Faye aurait à peu près $\frac{1}{15000 \times 181}$ ou $\frac{1}{2500000}$ de l'intensité exigée par les phénomènes.

» En présence d'un tel résultat, l'absence d'un noyau solide ou liquide, la grandeur des masses en présence, etc., peuvent-elles être considérées autrement que comme de simples circonstances atténuantes?

» Il me reste à faire connaître à mon tour comment je conçois la constitution du Soleil, et comment je crois pouvoir expliquer les taches. Si j'ai différé jusqu'à présent cette publication, ce n'est pas seulement par suite de l'appréhension que j'éprouve naturellement au moment de soumettre au public, et surtout à l'Académie, des idées très-différentes de celles qui ont faveur aujourd'hui : c'est aussi et principalement parce que je désirais d'abord compléter quelques recherches destinées à mieux assurer les bases de cette théorie et à réfuter plus nettement les objections que je prévois.

» La discussion même qui s'est engagée sur la théorie de M. Faye était, à mes yeux, un motif de plus de différer encore; car il me semblait avantageux, pour la netteté des conclusions, que cette discussion restât complétement distincte en fait, comme elle l'est logiquement, de celle qui pourrait s'engager sur une autre théorie. Il y a en effet plus de deux théories possibles, et la mienne pourrait, contre mon attente, être reconnue inexacte ou même tout à fait absurde, sans que cela ajoutât rien à celle de M. Faye, sans que cela affaiblit en rien les objections qu'elle soulève. Aussi, dans l'examen que j'ai fait de cette théorie, si je me suis laissé guider par les vues qui me sont personnelles, je me suis attaché à ce que mes raisonnements en fussent complétement indépendants.

» Mais, après l'invitation formelle qui m'est faite par l'éminent astronome dans les *Comptes rendus* du 14 avril, et que, par suite d'une absence, je n'ai connue que très-récemment, j'aurais mauvaise grâce à me dérober plus longtemps à la discussion qu'il veut bien me faire espérer et je me mets en mesure de répondre très-prochainement à son désir.

» Dès à présent, je dois protester contre la qualification de *gratuite*, attribuée par M. Faye à l'hypothèse du noyau obscur. Dans le Mémoire que

j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 26 août 1872, et qui est entre les mains d'une Commission nommée par elle, je pense avoir démontré que cette hypothèse cesse d'en être une, parce qu'elle est seule possible. En faisant même abstraction de ce travail, on reconnaîtra, je l'espère, que ce n'est pas sans de bonnes et solides raisons, connues de tous, que Wilson, Herschel, Arago et tous les astronomes jusqu'à ces dernières années ont admis une manière de voir si contraire à ce qu'on pouvait penser de prime abord.

» Si, depuis lors, elle est tombée en discrédit, ce n'est pas qu'elle ait cessé de rendre compte, plus aisément que toute autre, des apparences de la surface solaire; car, s'il ne s'agissait que d'expliquer ces apparences, sans se préoccuper de la question de durée, aucun astronome, j'en suis convaincu, n'aurait même songé à en proposer une autre. C'est uniquement parce qu'on a cru reconnaître, et cela, à mon avis, par suite d'un dénombrement incomplet des cas possibles et des conditions du problème, c'est, dis-je, parce qu'on a cru reconnaître qu'en vertu des lois du rayonnement l'état de choses impliqué par cette hypothèse ne serait pas durable.

» Je ne veux pas revenir ici sur la valeur de cette difficulté; mais, lorsqu'une conception est aussi directement fondée sur les faits que celle du noyau obscur, quelques raisons qu'on puisse avoir dans la suite pour la rejeter, elle ne saurait jamais devenir une hypothèse gratuite. »

SPECTROSCOPIE. — *Recherches d'Analyse spectrale au sujet du spectre solaire*; par M. J.-N. LOCKYER. Extrait d'une Lettre à M. Dumas.

« Les observations que j'ai l'honneur de vous adresser font suite à celles que j'ai déjà communiquées à l'Académie; elles ont trait au spectre des composés chimiques, et au spectre des mélanges artificiels.

» I. *Composés chimiques.* — J'ai étudié diverses séries de sels qui peuvent être divisées en deux catégories : 1° celles dans lesquelles les poids atomiques varient dans chaque série; 2° celles dans lesquelles les éléments associés varient dans chaque série. J'ai dessiné les spectres des sels suivants :

PbF^2, $PbCl^2$, $PbBr^2$, PbI^2,
SrF^2, $-Cl^2$, $-Br^2$, $-I^2$,
MgF^2, $-Cl^2$, $-Br^2$, $-I^2$,
BaF^2, $-Cl^2$, $-Br^2$, $-I^2$,
NaF^2, $-Cl^2$, $-Br^2$, $-I^2$.

» Toutes les conditions des diverses expériences ont été observées avec soin. J'ai employé les capsules d'aluminium indiquées dans ma première publication, et disposé les pôles de telle sorte, qu'ils pouvaient être à volonté entourés de n'importe quel gaz ou vapeur. Je me suis servi d'hydrogène dans quelques-unes de ces expériences, cet hydrogène étant purifié selon l'habitude par dessiccation et débarrassé de toutes traces d'hydrogène sulfuré; on le faisait ensuite passer sur des morceaux de sodium parfaitement purs, avant de le laisser arriver au pôle. J'ai fait usage de l'étincelle électrique d'induction produite par une pile de Grove, de cinq éléments, le circuit étant formé sans bouteille de Leyde.

» Les composés de plomb se comportent (dans l'air) comme il suit :

» Le fluorure donne les onze plus longues raies du métal; mais quatre d'entre elles sont peu apparentes.

» Le chlorure donne neuf raies; une d'elles très-courte.

» Le bromure donne six raies; une d'elles n'est qu'un simple point au pôle.

» L'iodure donne quatre raies distinctes et deux points, l'un desquels à peine visible.

» La diminution des raies en longueur et en nombre coïncide avec l'accroissement du poids atomique de l'élément non métallique, les raies devenant moins distinctes à mesure qu'elles deviennent moins longues.

» J'ai expérimenté ensuite sur le barium en faisant usage des composés de la même série : j'ai constaté une différence marquée pour les résultats obtenus comparativement aux composés de plomb, surtout pour le fluorure, son spectre étant beaucoup plus simple, puisqu'il consiste en quatre raies; le fluorure de strontium et le fluorure de magnésium ont donné le même résultat que le fluorure de barium. Je pense que cette anomalie est due à la nature excessivement réfractaire de ces fluorures, qu'aucune étincelle ne saurait fondre ou volatiliser.

» Le chlorure de sodium, le fluorure de sodium, le bromure de sodium et l'iodure de sodium ont donné des résultats tout à fait opposés à ceux des composés analogues du plomb, c'est-à-dire que l'iodure produisait le spectre métallique le plus complet.

» J'ai discuté la différence qu'on observe entre les spectres produits par une flamme et ceux que donne une faible décharge électrique. Des globules de chlorure furent chauffés dans une lampe Bunsen; BaI^2 donna l'apparence d'un spectre reconnu depuis pour être dû à l'oxyde, et une ligne d'une longueur d'onde de 5534,5, dépassant de beaucoup la plus longue

raie métallique du barium. Le bromure et le chlorure donnèrent les mêmes résultats que l'iodure; mais le spectre du chlorure était plus brillant. Le fluorure de barium donna à peine une trace de spectre, l'apparence du spectre de l'oxyde y étant à peine visible. Les sels du strontium suivent ceux du barium, la plus longue raie du strontium, 4607,5, apparaissant simultanément avec le spectre de l'oxyde; le fluorure de strontium, cependant, ne put produire aucun spectre.

» Ces résultats comparés avec ceux obtenus par une faible étincelle électrique, on constate qu'ils sont dus à une différence d'intensité; par exemple, le bromure de barium donne vingt-cinq raies par étincelle : ce sont les raies les plus longues. Dans la flamme, il ne donne qu'une raie; mais c'est la plus longue de toutes les raies du barium; elle dépasse de beaucoup toutes les autres en longueur. Quand les spectres produits dans la flamme sont comparés avec ceux produits par une étincelle à faible tension, les spectres des métaux appartenant à la combinaison sont dans le premier cas invariablement plus simples que dans le dernier, de sorte qu'il ne reste que la plus longue ou les plus longues raies.

» Mon aide de laboratoire, M. R.-J. Friswell, a déterminé la cause de la similitude des spectres des différents sels du même métal observés dans l'air, par quelques expériences qui conduisent à la conclusion que le spectre observé est réellement celui de l'oxyde.

» Les conclusions antérieures de Kirchhoff et Bunsen, de Mitscherlich et de Clifton et Roscöe, examinées avec détail, font voir que les observations faites sur les points étudiés, conjointement avec la détermination des longues et courtes raies des vapeurs métalliques, sont en faveur des vues avancées par Mitscherlich, Clifton et Roscöe; car tandis que les spectres des iodures, bromures, etc., de tout élément dans l'air sont semblables, comme l'ont dit Kirchhoff et Bunsen, le fait que ce n'est pas là le spectre du métal est établi par cet autre fait, que les plus longues raies du métal s'observent seules, et que la dissociation croissante fait ressortir les autres raies métalliques dans l'ordre de leurs longueurs.

Les spectres des sels ont été dessinés dans l'hydrogène: ici les spectres sont différents comme l'établit Mitscherlich, les raies métalliques apparaissant suivant la volatilité du composé, et les plus longues raies étant seules visibles dans le cas du composé le moins volatil.

» Voici les conclusions auxquelles j'arrive :

» 1° Un corps composé a un spectre aussi bien défini que celui d'un corps simple; mais, tandis que le spectre de ce dernier consiste en raies,

dont le nombre et l'épaisseur pour quelques-unes d'entre elles augmentent avec le rapprochement moléculaire, le spectre d'un corps composé consiste principalement en espaces cannelés, en bandes qui croissent de la même manière. Les molécules d'un corps simple et celles d'un corps composé sont affectées de la même manière par leur rapprochement ou leur éloignement; les deux spectres ont chacun leurs raies ou bandes longues et courtes. Dans chaque cas, la plus grande simplicité du spectre correspond au plus grand éloignement des molécules, et la plus grande complexité (un spectre continu) à leur plus grand rapprochement.

» 2° La chaleur nécessaire pour agir sur un composé, de façon à rendre son spectre visible, le décomposant en raison de sa volatilité, le nombre de raies vraiment métalliques qui apparaissent ainsi augmente en proportion de la dissociation, et, à mesure que les raies métalliques croissent en nombre, les bandes composées s'amincissent.

» J'ai examiné les observations de Mitscherlich, qui démontrent que les métalloïdes produisent la même disposition spectrale que les corps composés, et je demande si les molécules d'un métalloïde, dans leur structure, ne se tiennent pas entre celles des corps simples et celles des corps composés.

» Ces considérations sont appliquées aux spectres du Soleil et à ceux des étoiles; l'apparence générale du spectre solaire montre que, selon toute probabilité, il ne renferme pas de corps composés.

» Les cartes du P. Secchi, représentant les spectres d'un grand nombre d'étoiles, prouveraient d'une manière certaine l'existence de vapeurs composées dans l'atmosphère de quelques étoiles, et l'on peut supposer que les apparences changeantes d'une étoile variable (1) seraient dues à l'état d'équilibre instable dans la température de cette étoile, qui produirait, tantôt une grande absorption de molécules composées ou de métalloïdes, tantôt une absorption faible de molécules élémentaires.

» II. *Mélanges artificiels.* — La seconde partie de mes recherches a trait aux mélanges artificiels.

» J'ai dessiné des cartes des spectres des alliages dans les proportions suivantes :

	Pour cent.				
Sn + Cd	Cd = 10	5	1	0,15	
Pb + Zn	Zn = 10	5	1	0, 1	
Pb + Mg	Mg = 10		1	0, 1	0,01

(1) Je viens de trouver que j'ai été devancé dans cette idée par l'illustre Angström.

» J'ai remarqué que les raies du spectre du métal allié disparaissent à mesure que sa proportion devient moindre, les raies les plus courtes disparaissant les premières. Bien que l'on ait ici les premières données d'une analyse spectrale quantitative, cette méthode n'est pas encore applicable; mais d'autres recherches, qui sont en progrès, promettent des résultats beaucoup plus exacts.

» J'ai discuté l'influence de ces résultats sur notre connaissance de la couche absorbante du Soleil. »

PHYSIQUE. — *Réponse à la Note précédente de M.* Raynaud, *sur les résistances maxima des bobines magnétiques;* par M. Th. du Moncel.

« Je suis encore obligé de faire observer à M. Raynaud qu'il me fait dire ce que je n'ai pas dit. Je n'ai, en effet, jamais prétendu que le nombre des tours de spires d'une hélice magnétisante, d'un diamètre invariable, ne fût pas proportionnel à la racine carrée de la résistance de cette hélice, quand on fait varier la grosseur du fil; bien loin de là, je me suis servi de ce rapport pour comparer les forces attractives de deux électro-aimants de même diamètre, enroulés avec des fils de différente grosseur, et d'une longueur telle, que la résistance de l'un fût égale à celle du circuit extérieur, et que la résistance de l'autre fût supérieure à cette dernière dans le rapport de 1 à $\left(1+\frac{c}{a}\right)$. Cette comparaison, ainsi qu'on peut s'en assurer dans ma Note insérée dans *Les Mondes* du 29 mai 1873 (p. 192), entraîne en effet le rapport

$$\frac{F}{F'} = \frac{2+\frac{c}{a}}{2\sqrt{1+\frac{c}{a}}} = \frac{2+1}{2\sqrt{2}},$$

F représentant la force avec $H = R$,

F' représentant la force avec $H = R\left(1+\frac{c}{a}\right)$,

et c étant égal à a avec une valeur de 1.

» J'ai dit simplement qu'*en réalité le nombre des tours de spires d'une bobine magnétique n'est pas représenté par la racine carrée de la résistance de cette bobine,* ce qui est bien différent au point de vue où je me suis placé. En effet, comme la valeur *réelle* ou absolue de t est $\frac{ab}{g^2}$, et que celle de H est $\frac{\pi ba(a+c)}{g^2}$, on ne peut admettre d'une manière générale que la première de ces deux

expressions soit égale à la racine carrée de la seconde, car il faudrait pour cela que $\pi(a+c)$ eût la même valeur que $\frac{ab}{g^2}$. Or cette absence des quantités a, b, c, g dans l'expression généralement discutée empêche de saisir les conditions de maximum qui se rattachent aux variations des divers éléments entrant dans la construction d'un électro-aimant, et qui entraînent d'autres conséquences, ainsi que je l'ai démontré.

Quant à la proportionnalité en question, elle est le résultat de ce que, pour une épaisseur donnée a, le fil de l'hélice, en diminuant de section, augmente proportionnellement de longueur; mais, comme sa résistance augmente en même temps et dans le même rapport, il arrive que, si g^2 est réduit dans le rapport de g^2 à $\left(\frac{g^2}{\alpha}\right)$, la longueur H sera multipliée par α et sa résistance par α^2, alors que le nombre de spires ne sera augmenté que dans le rapport de 1 à α.

» La formule posée par M. Raynaud, dans laquelle R est rendu fonction de g, n'est en définitive autre que celle que j'ai donnée moi-même pour exprimer la force magnétique dans le cas des électro-aimants, dont on fait varier le diamètre du fil, et qui est, pour la force propre de l'électro-aimant,

$$F = \frac{g^2 E a b}{[q R g^2 + f^2 \pi b a (a+c)]},$$

et, pour la force attractive,

$$A = \frac{E^2 a^2 b^2 g^4}{[q R g^2 + f^2 \pi b a (a+c)]^2}.$$

Ces formules ont été publiées dans mon *Exposé des applications de l'électricité*, t. II, p. 13 et 559, dans mes *Recherches sur les meilleures conditions de construction des électro-aimants*, p. 11 et 125, et dans *Les Mondes*, t. XXXI, p. 191. Seulement, pour être plus clair, je les ai simplifiées dans le cas où on les discute en prenant pour variable l'épaisseur des couches de spires a; *mais alors* R *est supposé évalué en unités de même ordre que la longueur de l'hélice magnétique*. Je ferai même observer à ce propos que la foromle de M. Raynaud est incomplète, pratiquement parlant, en ce sens qu'elle ne tient pas compte de la constante q qui représente le rapport de conductibilité des métaux de R et de H divisé par le carré du diamètre de R (1), ni du facteur f qui représente le coefficient par lequel il faut diviser g pour avoir le diamètre du fil dépourvu de sa converture isolante.

(1) Cette constante, quand R est estimé en mètres de fil télégraphique de 4 millimètres, que H est en fil de cuivre, a pour valeur 375000.

» Les avantages des formules que j'ai posées sont, comme je l'ai déjà dit, de permettre d'en déduire d'autres conditions de maximum qui peuvent être importantes pour la construction des électro-aimants.

» Ainsi, si l'on fait varier dans un électro-aimant le diamètre du fer (représenté dans la formule en question par c), afin d'établir une relation constante entre l'épaisseur de l'hélice a et ce diamètre, et qu'on se guide sur celui-ci pour satisfaire aux conditions d'application de l'électro-aimant, la résistance de l'hélice doit être calculée d'après les conditions de maximum qui concluent à l'égalité des deux résistances R et H; et si, cette hypothèse étant admise, on suppose invariables l'épaisseur de l'hélice et le nombre t des tours de spires, la force attractive A devient proportionnelle au diamètre c multiplié par le carré de l'intensité du courant et a pour expression

$$A = \frac{E^2 c}{[2\pi(a+c)]^2};$$

mais cette fois R et H varient en même temps. Or, en prenant la dérivée de cette expression par rapport à c considéré comme variable et l'égalant à zéro, on trouve que les conditions de maximum répondent à $a = c$, c'est-à-dire à l'égalité de l'épaisseur de la bobine et du diamètre du fer de l'électro-aimant.

» D'un autre côté, si l'on fait varier la quantité b, c'est-à-dire la longueur de la bobine, on ne constate, il est vrai, aucun maximum; mais si l'on fait de cette longueur une fonction *constante* m du diamètre de l'électro-aimant et qu'on recherche la valeur la plus convenable à donner au multiple m de ce diamètre pour la représenter, on peut arriver à la déduire en partant des conditions de maximum de la formule

$$A = \frac{E^2 m^2 t^2 c^{\frac{3}{2}}}{(Rg^2 + 2\pi c^2 m)^2},$$

dans laquelle, le diamètre c étant supposé variable et égal à l'épaisseur de l'hélice a, les quantités a, b, c varient toutes en même temps et entraînent pour A, non-seulement la proportionnalité au carré de l'intensité du courant et au carré du nombre des tours de spires, mais encore la proportionnalité à la puissance $\frac{3}{2}$ des diamètres (loi de Dub).

» Dans ces conditions, le maximum de la formule précédente répond à

$$m = 11\frac{Rg^2}{2\pi c^2};$$

mais comme c, étant pris pour variable, n'a plus la même valeur que dans

l'hypothèse où, étant fixe, la résistance de l'hélice doit être égale à la résistance du circuit extérieur R, et que cette quantité c exprime le diamètre fixe qui aurait entraîné cette condition multiplié par $\sqrt[3]{11}$, on peut en conclure que l'expression $\frac{2\pi c^3}{g^2}$ représente par le fait la longueur d'une hélice égale à R dont le fer aurait pour diamètre $\frac{c}{\sqrt[3]{11}}$ et pour longueur $\frac{c}{\sqrt[3]{11}} \times 11$. Il en résulte que le facteur $\frac{Rg^2}{2\pi c^3}$ peut être considéré comme égal à 1, et dès lors la valeur de m devient égale à 11, résultat bien voisin du chiffre indiqué par M. Hughes, qui est 12.

» Il me reste encore à dire, en réponse aux observations de M. Raynaud, que la différence d'action des différentes rangées de spires, suivant leur distance au centre magnétique, tient principalement à l'accroissement de résistance que ces spires acquièrent en s'éloignant de ce centre *par suite de leur plus grand diamètre*. Si l'on tient compte de cette différence de résistance au moyen d'un rhéostat, on reconnaît expérimentalement que la différence d'action de ces différentes rangées est excessivement minime dans les conditions ordinaires des électro-aimants. Or c'est précisément pour corriger cet accroissement de résistance et uniformiser l'action des spires que les Anglais augmentent successivement le diamètre du fil des hélices magnétiques. Comme, dans les formules complètes que j'ai posées, *il est tenu compte de ces variations de résistance*, puisque la longueur de l'hélice et le nombre des spires y figurent d'une manière *exacte et absolue* et *indépendamment* l'un de l'autre, on peut compter sur l'exactitude des conséquences qui peuvent en être déduites. Mais il n'en aurait pas été de même si, comme dans les formules généralement discutées, la longueur de l'hélice eût été calculée d'après la simple proportionnalité de la résistance au nombre des tours de spires, proportionnalité qui, pour des épaisseurs différentes de l'hélice, n'est pas exacte.

» J'ajouterai en terminant que les conclusions de M. Raynaud sont *les mêmes que les miennes;* seulement ce qu'il prend pour un cas particulier est bien un cas général, puisqu'il s'applique à toute bobine magnétique que l'on a entre les mains et dont le maximum d'action correspond, ainsi qu'on l'a vu, à une résistance du circuit extérieur plus petite que sa résistance propre. »

PHYSIQUE. — *Relation entre les phénomènes électriques et capillaires.* Note de M. G. LIPPMANN, présentée par M. Pasteur.

« 1. La surface d'une goutte de mercure placée dans un vase de verre et baignée par de l'acide sulfurique étendu se contracte vivement, en devenant plus convexe, lorsqu'on la met en communication métallique avec une pointe de fer ou de cuivre qui touche le liquide acidulé. Il se produit alors un courant électrique qui polarise la surface du mercure. L'expérience démontre : 1° que la contraction de la surface est due à un changement de sa constante capillaire, cette constante et la force électromotrice de polarisation étant fonctions continues l'une de l'autre ; 2° que, réciproquement, une extension de la surface produite par une action purement mécanique la polarise comme l'eût fait un courant électrique.

» 2. *Variation de la constante capillaire d'une surface de mercure polarisée par l'hydrogène.* — La méthode employée a consisté à polariser le sommet d'une colonne de mercure contenue dans un tube de verre par le courant d'un élément Daniell. La valeur de la constante capillaire résultait de la mesure de la dépression produite par le ménisque. La disposition même qui fournissait le courant permettait de mesurer la force électromotrice de polarisation, par la méthode dite d'opposition. Les résultats ont été constants et concordants. La constante capillaire varie de $30^{mg},4$ à $41,3$, quand la force électromotrice de polarisation varie de zéro à 1 Daniell.

» En employant comme tube de verre une pointe effilée, de $\frac{1}{50}$ de millimètre de diamètre environ, placée devant l'objectif d'un microscope, on obtient un *électromètre capillaire* d'une extrême sensibilité, très-propre à mesurer des forces électromotrices. La tension libre aux pôles d'un Daniell est mesurée par une pression de plus de $\frac{1}{3}$ d'atmosphère. L'approche d'un plan d'épreuve faiblement chargé produit, par influence, un courant qui refoule le ménisque.

» 3. *Polarisation produite par une variation de la surface.* — En remplaçant la pile, soit par un électromètre de Thomson modifié par M. Kirchhoff, soit par un galvanomètre, et en déplaçant mécaniquement la colonne de mercure, on s'est assuré que la constante capillaire de la surface et sa force électromotrice varient d'une manière continue, en même temps que cette surface se développe. La quantité d'électricité produite a été mesurée en valeur absolue ; elle est indépendante de la forme des surfaces, et simple-

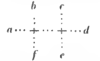
ment proportionnelle à l'accroissement de l'aire. Ces quantités changent de signe quand la surface diminue au lieu d'augmenter.

» 4. *Machine motrice électrocapillaire.* — On a pu construire, d'après les principes exposés plus haut, un moteur qui transforme indéfiniment le courant de la pile en travail mécanique. Deux masses de mercure baignées par de l'eau acidulée peuvent servir alternativement d'électrode négative au courant d'un élément Daniell. Dans chaque masse est partiellement immergé un faisceau de tubes de verre, ouverts aux deux bouts. A chaque inversion du courant, l'un des faisceaux monte, l'autre descend. Un système de levier transforme ce mouvement alternatif en mouvement de rotation. La machine fait elle-même fonctionner son commutateur. Lorsqu'on remplace la pile par un galvanomètre, et qu'on fait tourner le volant de la machine à la main, l'aiguille est déviée tant que dure la rotation, et dans un sens qui change en même temps que celui de la rotation. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les points d'ébullition et les volumes moléculaires des isomères chlorés de la série éthylique.* Note de M. G. Hinrichs, présentée par M. Berthelot.

« L'existence des isomères est la meilleure preuve de la réalité des atomes; mais jusqu'à présent on n'a pas réussi à déterminer les propriétés des isomères en fonction de leur structure atomique, telle que les réactions chimiques ont établi cette structure, représentée par les formules développées ordinaires.

» Parmi le grand nombre d'isomères qui sont connus, les dérivés chlorés de l'éthylène C^2H^4 et de l'acétène C^2H^6 (éthane ou hydrure d'éthylène) ont une importance toute spéciale, parce que leur constitution atomique est bien connue et parce que leurs propriétés physiques sont très-distinctes. Je devais donc appliquer ma théorie mécanique des rotations des molécules à ces isomères. Les résultats obtenus sont les suivants :



» La figure ci-jointe représente la projection horizontale d'une molécule, les deux atomes de carbone étant indiqués par les signes +, à l'unité de

distance, et les lettres *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* indiquant les atomes d'hydrogène ou de chlore. De plus, le plan de ces 6 atomes est situé à l'unité de distance de la ligne des deux carbones, et la distance horizontale entre ces mêmes atomes est prise aussi égale à l'unité. Alors on trouvera, pour les moments d'inertie maxima I et minima *i*, les valeurs suivantes, *n* représentant le nombre d'atomes de chlore substitués :

	n.....	2	3	4	5	6
	M....	99	133,5	168	202,5	237
Série de l'acétène.	I.....	92	125,5	190,8	255,9	344,3
	i.....	43	106	140	182	199
	$\frac{I}{i}$.....	2,1	1,2	1,3	1,4	1,7
Série de l'éthylène.	I.....	170,0	204,0	251,4	297,0	344,3
	i.....	10	58	126	152	199
	$\frac{I}{i}$.....	17,0	3,5	2,0	2,0	1,7

l'ordre de substitution de l'hydrogène par le chlore étant

Pour la série de l'acétène.......... *b f a c e d*;
» de l'éthylène......... *a d b f c e*.

» Si l'on construit les courbes des points d'ébullition comme ordonnees sur les moments d'inertie maxima I comme abscisses, on voit que les courbes des deux séries s'entrelacent et s'approchent d'une seule et même droite. C'est exactement comme il doit être d'après ma *Mécanique moléculaire*, parce que, au point d'ébullition, les molécules échangent l'axe de rotation du moment d'inertie minimum contre celui du moment maximum. J'ai constaté la même concordance entre les prévisions de la théorie et les résultats des expériences pour les isomères nombreux des alcools, éthers, acides, hydrocarbures, etc., des radicaux alcooliques, et même pour les dérivés des radicaux aromatiques.

» La formule théorique

$$t' = 14^\circ + 0,487\,\mathrm{I}$$

nous donne les valeurs calculées du point d'ébullition ; les déviations $\delta t'$ des valeurs observées étant

n.......	2	3	4	5	6
Acétène, $\delta t'$......	− 0,8 Sch. (*)	− 0,1	− 4,9	+ 8,4	+ 0,3
Éthylène, $\delta t'$......	− 11,8	+ 0,7	+ 2,6	− 4,6	

(*) Valeur donnée par Schorlemmer dans sa *Chimie organique*. Toutes les autres données sont prises dans le *Traité de Chimie organique* de M. Berthelot. (Paris, 1872, p. 57 et 78.)

» La grande déviation pour le premier dérivé de l'éthylène s'explique par la valeur excessive du rapport $\frac{I}{i}$. Pour le terme $n = 2$ de la série de l'acétène, la valeur donnée dans la *Chimie* de M. Berthelot donne $+ 7,8$, et pour $n = 5$ le Traité de Schorlemmer donne $+ 16,4$. Ces erreurs n'ont pas beaucoup d'importance, parce que les observations ne s'accordent pas entre elles; il faut les répéter.

» Les volumes moléculaires doivent s'accroître avec le moment d'inertie minimum i, si les atomes ont un mouvement de rotation autour de cet axe; de plus, la partie constante du même volume doit être plus grande pour la série de l'éthylène que pour la série de l'acétène, parce que les 2 atomes a et d de chlore, situés presque dans l'axe de rotation de la série d'éthylène, augmentent le volume constamment. Les formules

Série acétène, v'.................... $3,70 + 0,017\,i$,
Série éthylène, v'.................... $4,20 + 0,017\,i$,

satisfont à ces conditions théoriques, et donnent les valeurs v observées, si l'on ajoute les corrections $\delta v'$ suivantes :

n....	2	3	4	5	6
Série de l'acétène, $\delta v'$...	0,00	+0,01	0,00	+0,05	Solide.
Série de l'éthylène, $\delta v'$...	−0,07	0,00	−0,55	−0,01	»

» L'unité des volumes moléculaires adoptée ici est le volume d'une molécule d'eau. Les densités sont celles données dans le Traité de M. Berthelot. La seule déviation sérieuse se trouve chez l'éthylène 4; il est très-probable qu'une révision de la densité donnera un résultat meilleur.

» On voit que les propriétés caractéristiques des composés isomères sont d'accord avec les prévisions générales et les données numériques de la théorie des rotations moléculaires. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éthylacétylène formé par synthèse et sur son identité avec le crotonylène.* Note de M. **L. Prunier**, présentée par M. Berthelot.

« 1. L'éthylacétylène est un carbure d'hydrogène formé synthétiquement par M. Berthelot, qui l'a obtenu en faisant agir directement l'acétylène sur l'éthylène à la température du rouge sombre (1). Les deux gaz s'unissent

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 466.

à volumes égaux avec condensation de moitié :

$$\underbrace{C^4H^2}_{\text{Acetylène.}} + \underbrace{C^4H^4}_{\text{Éthylène.}} = \underbrace{C^8H^6}_{\text{Éthylacetylène.}}$$

La formation de ce carbure constitue l'une des synthèses pyrogénées les plus simples et les plus élégantes.

» 2. Je me suis demandé si l'éthylacétylène était identique avec quelqu'un des carbures de même formule qui ont été obtenus jusqu'à présent, notamment avec le crotonylène, carbure que M. E. Caventou, qui l'a découvert, a tiré du bromure de butylène (dérivé lui-même de l'alcool amylique) en enlevant à ce bromure deux équivalents d'acide brombydrique.

» D'ailleurs j'ai observé que le crotonylène prend naissance dans la réaction de la chaleur rouge sur les carbures de pétrole, et j'ai préparé, par ce moyen, des quantités considérables de son bromure $C^8H^6Br^4$, qui, dans certaines conditions, peut cristalliser directement dans les flacons à brome. C'est, comme on le sait, un corps doué de propriétés extrêmement caractéristiques.

» Au surplus, la naissance du crotonylène dans cette réaction et dans plusieurs autres analogues me paraît pouvoir être rapportée à la présence simultanée et à l'action réciproque de l'éthylène et de l'acétylène qu'on y rencontre en effet.

» 3. Pour éclaircir définitivement ce point, j'ai fait passer dans un tube de porcelaine chauffé au rouge sombre un mélange gazeux, à volumes à peu près égaux, d'acétylène et d'éthylène : les deux gaz se sont combinés conformément à la réaction rappelée plus haut.

» Il est bon d'avoir soin, d'une part, de maintenir la température sensiblement au-dessous du rouge, et d'autre part de faire passer un peu rapidement dans le tube les gaz préalablement mélangés, de manière à ne pas prolonger l'action de la chaleur.

» De cette façon, l'éthylacétylène prend naissance en quantité assez notable pour pouvoir être déjà facilement manifesté avec 8 à 10 litres tout au plus du mélange des deux gaz, c'est-à-dire une dizaine de grammes de matière.

» A cet effet, j'ai dirigé les gaz provenant de la réaction dans des flacons à brome convenablement disposés. Les liqueurs bromées ont ensuite été réunies et abandonnées, deux jours environ, en contact avec un léger excès de brome : de la sorte, l'éthylacétylène passe à l'état de tétrabromure, $C^8H^6Br^4$.



» 4. Pour l'isoler, on s'est débarrassé par distillation (jusque vers 130 degrés) de la majeure partie du bromure d'éthylène, puis on a traité le résidu par l'alcool concentré. Il suffit ensuite de chasser l'excès d'alcool pour avoir une cristallisation immédiate de tétrabromure d'éthylacétylène.

» On reprend une seconde fois par l'alcool ou l'éther, et l'on obtient alors un corps volumineux, nacré, formé par des aiguilles ou des plaques extrêmement légères. Il fond à 113°-115°, et ne peut être distillé sans se décomposer.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

I. — $0^{gr},275$ de matière ont fourni :

Acide carbonique........................ 0,132
Eau.................................... 0,050

II. — $0^{gr},135$ de matière ont donné :

Bromure d'argent....................... 0,2705

En centièmes :

	Théorie.	Expérience. I.	Expérience. II.
C...........	12,84	13,2	»
H............	1,60	1,9	»
Br	85,56	»	85,3

» 5. La composition de ce bromure, son aspect et ses propriétés physiques très-caractéristiques, son point de fusion en particulier démontrent qu'il est identique avec le tétrabromure de crotonylène décrit par M. E. Caventou (1).

» 6. Cette réaction synthétique établit la constitution du crotonylène, qui n'est autre que l'éthylacétylène, $C^4H^2(C^4H^4)$. Elle donne lieu à des rapprochements plus étendus.

» On sait que l'aldéhyde crotonique et l'acide du même nom, $C^8H^6O^4$, ont pu être obtenus par M. Kekulé, en condensant ensemble deux molécules d'aldéhyde ordinaire.

» Ce mode de formation assigne à l'aldéhyde et à l'acide crotonique une constitution semblable à celle de l'éthylacétylène.

» Il en est de même des travaux de M. Cahours (2) sur l'acide crotonique, et de M. Frankland sur les différents isomères de cet acide.

(1) *Comptes rendus*, t. LVI, p. 646 et 712.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVII, p. 137.

» Les formules suivantes peuvent servir à indiquer ces relations :

Éthylène..................	$C^4H^2(H^2)$	Éthylacétylène (crotonylène).	$C^4H^2(C^4H^4)$
Aldéhyde..................	$C^4H^2(H^2)O^2$	Aldehyde crotonique.......	$C^4H^2(C^4H^4)O^2$
Acide acétique.............	$C^4H^2(H^2)O^4$	Acide crotonique..........	$C^4H^2(C^4H^4)O^4$

Il est probable que l'on pourra, conformément à ces formules, transformer l'éthylacétylène en aldéhyde crotonique, par les mêmes procédés d'oxydation directe qui ont permis à M. Berthelot de changer l'éthylène libre en aldéhyde ordinaire.

» En somme, dans cette reproduction par synthèse du crotonylène, on rencontre un nouvel exemple de la concordance des résultats obtenus par la synthèse pyrogénée, avec ceux que fournissent les méthodes indirectes qui procèdent à basse température.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de Chimie de l'École de Pharmacie, où je les poursuis actuellement, ainsi que la formation synthétique du propylacétylène et autres carbures isomères de l'éthylacétylène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse de phénylallyle.* Note de M. C. CHOJNACKI, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« D'après la méthode de M. Wurtz, qui consiste à faire agir le sodium sur un mélange de combinaisons chlorées et bromées des divers hydrocarbures, on a réussi à remplacer l'hydrogène du benzol par presque tous les dérivés alcooliques de la série C^nH^{n+2}. Il était probable que l'on devait obtenir de la même manière la synthèse de l'hydrocarbure de la série C^nH^{2n-1}. Fittig et Bigot ont essayé, en effet, mais sans succès, l'action du sodium sur le benzol monobromé et l'iodure d'allyle. Récemment Tollens et Wagner ont employé le bromure au lieu de l'iodure d'allyle; mais ils n'ont obtenu que la diallyle et des résidus de décomposition. M. Aronheim a été plus heureux ; en faisant agir du sodium sur le chlorure de benzyle et l'iodure d'allyle, il a obtenu le benzylallyle. Suivant une autre voie, analogue à celle de Lincke, qui, en faisant agir le zinc sur la benzine et le chlorure de benzol a obtenu le phénylbenzol, j'espérais obtenir la synthèse de l'allyle-phényle par l'action du zinc sur le benzol et le bromure d'allyle.

» En chauffant à 100 degrés, sous pression, un mélange de parties égales de benzine et d'iodure ou bromure d'allyle avec $\frac{1}{4}$ en poids de

poudre de zinc, il se dégage d'épaisses vapeurs d'acide bromhydrique, et l'on obtient une huile de couleur foncée. En soumettant cette huile à la distillation, l'excès du benzol et du bromure d'allyle se sépare, et entre 130 et 160 degrés le produit lui-même passe à la distillation. Dans la cornue, il reste des résidus de la décomposition. La quantité du phénylallyle que l'on obtient est très-faible. Cet hydrocarbure bout à 155 degrés, et il se présente sous l'aspect d'une huile limpide d'une odeur agréable.

» L'analyse donne les résultats suivants :

	Calculé.	Trouvé.	
C^9	91,5	91,0	91,2
H^{10}	8,5	7,8	8,3

» Ces chiffres et le point d'ébullition qui se rapproche beaucoup de celui du propylbenzol (157) permettent de croire que cet hydrocarbure est véritablement la phénylallyle. J'ai l'intention, du reste, de poursuivre l'étude de ces dérivés, afin de m'assurer de la constitution et des propriétés les plus importantes de ce nouvel hydrocarbure.

» Ces recherches ont été faites au Laboratoire de Chimie de M. Schützenberger, à la Sorbonne. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons du chlorure de titane et des éthers.* Note de M. E. Demarçay, présentée par M. Cahours.

« Le chlorure de titane peut se combiner aux éthers oxygénés, ainsi qu'aux sulfures et sulfhydrates des radicaux alcooliques.

» Les éthers dont l'action sur le chlorure de titane a été étudiée sont les acétate, butyrate, valérianate, caproate, anyélate, benzoate, oxalate et succinate d'éthyle, acétate et valérianate d'amyle, benzoate de méthyle.

» Les combinaisons que le chlorure de titane forme avec les éthers des acides monobasiques répondent à trois types, qu'on peut représenter, E et E' désignant chacun un équivalent d'un éther distinct ou identique, par les formules

$$[Ti^2Cl^4]^2E, \quad Ti^2Cl^4E, \quad Ti^2Cl^4EE'.$$

» Les éthers des acides bibasiques fournissent les composés correspondants

$$[Ti^2Cl^4]^4E, \quad [Ti^2Cl^4]^2E, \quad Ti^2Cl^4E.$$

» Les premiers se préparent en ajoutant, goutte à goutte, à du chlorure de titane l'éther en quantité calculée. Pour obtenir les seconds, on dissout

les premiers, soigneusement purifiés, dans un poids calculé d'éther. Les troisièmes s'obtiennent à l'aide de procédés semblables à ceux qui permettent de faire dériver ceux-ci des premiers.

» Toutes ces combinaisons sont solides, colorées en jaune pâle, et se produisent avec un vif dégagement de chaleur. Elles ne sont pas volatiles; la fusion opérée à feu nu les altère. On ne peut les purifier que par fusions fractionnées au bain d'huile ou au bain-marie. Décomposées par la chaleur, elles laissent une masse charbonneuse pour résidu, tandis qu'il passe à la distillation un liquide qui baigne des cristaux de composition mal définie. Dans le cas de l'éther benzoïque, on obtient, au bout d'un très-grand nombre de distillations, un composé dont la composition paraît répondre à la formule

$$Ti^2Cl^4[C^{14}H^5O^4, C^4H^5][C^{14}H^5O^2, Cl]^2.$$

» L'eau, l'alcool et l'air humide décomposent ces produits en régénérant l'éther. Certains chlorures de radicaux d'acides paraissent pouvoir se combiner directement aux composés Ti^2Cl^4E : tel est le chlorure de benzoïle.

» Ces composés s'obtiennent difficilement en cristaux isolés; ils se présentent d'ordinaire sous la forme de masses cristallines où l'on ne distingue pas de formes nettes. Les combinaisons Ti^2Cl^4E, en voie de solidification, se recouvrent d'efflorescences cristallines.

» Quant à la constitution de ces composés, ce qui m'a paru le plus rationnel est de les considérer comme des chlorhydrines, analogues aux chlorhydrines siliciques de M. Friedel, unies à des chlorures de radicaux d'acides. Dans cette hypothèse, ce seraient des sortes de chlorures doubles. Je vais formuler ici, pour bien me faire comprendre, les trois combinaisons fournies par le chlorure de titane avec l'éther acétique.

$$[Ti^2Cl^4]^2C^4H^3O^4C^4H^5 = Ti^2\left\{\begin{matrix}O^2C^4H^5\\ Cl^3\end{matrix}\right., Ti^2Cl^4, C^4H^3O^2Cl,$$

$$Ti^2Cl^4C^4H^3O^4C^4H^5 = Ti^2\left\{\begin{matrix}O^2C^4H^5\\ Cl^3\end{matrix}\right., C^4H^3O^2Cl,$$

$$Ti^2Cl^4[C^4H^3O^4C^4H^5]^2 = Ti^2\left\{\begin{matrix}[O^2C^4H^5]^2\\ Cl^2\end{matrix}\right., [C^4H^3O^2Cl]^2.$$

» Pour l'éther succinique, on peut écrire des formules de tous points analogues aux précédentes.

» La raison principale qui m'a conduit à considérer ces corps à ce point



de vue est que la trichlorhydrine $Ti^2O^2C^4H^5.Cl^3$, qui est connue, s'unit directement aux chlorures des radicaux d'acides et au chlorure de titane, pour donner naissance aux premiers composés. Cette trichlorhydrine s'unit aux différents éthers. Dans le cas particulier de l'éther acétique, on a le produit

$$Ti^2Cl^3.O^2C^4H^5[C^4H^3O^4C^4H^5] = Ti^2Cl^2[O^2C^4H^5]^2, C^4H^3O^2Cl,$$

qui est intermédiaire entre les corps (2) et (3), et qui, uni au chlorure d'acétyle, reproduit le corps (3).

» L'existence d'une combinaison contenant un excès du chlorure de benzoïle plaide également en faveur de cette manière de voir.

» On obtient, dans le cas de l'éther benzoïque, la série complète des composés

$$[Ti^2Cl^4]^2C^{14}H^5O^4C^4H^5 = Ti^2O^2C^4H^5.Cl^3, Ti^2Cl^4, C^{14}H^5O^2Cl,$$

$$Ti^2Cl^4, C^{14}H^5O^4C^4H^5 = Ti^2O^2C^4H^5.Cl^3, C^{14}H^5O^2Cl,$$

$$Ti^2Cl^4, C^{14}H^5O^4C^4H^5, (C^{14}H^5O^2Cl)^2 = Ti^2O^2C^4H^5.Cl^3, (C^{14}H^5O^2Cl^3),$$

$$Ti^2Cl^3.C^4H^3O^2, C^{14}H^5O^4C^4H^5 = Ti^2(O^2C^4H^5)^2Cl^2, C^{14}H^5O^2Cl,$$

$$Ti^2Cl^4, C^{14}H^5O^4C^4H^5 = Ti^2(O^2C^4H^5)^2Cl^2, (C^{14}H^5O^2Cl)^2.$$

» Le mode de décomposition de ces corps s'accorde également bien avec l'hypothèse de cette constitution.

» Les sulfures et les sulfhydrates des radicaux alcooliques se comportent avec le chlorure de titane de la même manière que l'éther normal. Tous ces composés se rattachent d'une manière très-simple aux combinaisons précédentes, en écrivant comme il suit leur formule brute :

$$Ti^2Cl^4, C^4H^4.HS^2 = Ti^2S^2C^4H^5.Cl^3, HCl,$$

$$Ti^2Cl^4, [C^4H^5]^2S^2 = Ti^2S^2C^4H^5.Cl^3, C^4H^5Cl,$$

$$Ti^2Cl^4, (C^4H^5.HS^2)^2 = Ti^2(S^2C^4H^5)^2Cl^2, (HCl)^2,$$

$$Ti^2Cl^4, (C^8H^{10}S^2)^2 = Ti^2(S^2C^4H^5)^2Cl^2, (C^4H^5Cl)^2.$$

» Les deux premiers sont rouge noirâtre et cristallisent mal; le troisième est d'un rouge écarlate vif; le quatrieme est d'un beau rouge foncé. Ces deux derniers sont fort bien cristallisés. L'eau, l'alcool, les éthers les décomposent en mettant en liberté l'éther sulfuré.

» Je vais indiquer, en terminant, l'existence de deux corps intermédiaires entre les combinaisons oxygénées et sulfurées; leur formule indique leur

mode de formation :

$$Ti^2Cl^4, C^4H^5.HS^2, C^{14}H^5O^4C^4H^5$$
$$= Ti^2(S^2C^4H^5)(O^2C^4H^5)Cl^2, C^{14}H^5O^2Cl, HCl,$$
$$Ti^2Cl^4, C^8H^{10}S^2, C^{14}H^5O^4C^4H^5$$
$$= Ti^2(S^2C^4H^5)(O^2C^4H^5)Cl^2, C^{14}H^5O^2Cl, C^4H^5Cl.$$

» Les propriétés de ces corps sont entièrement analogues à celles des composés précédents. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la phénolcyanine.* Note de M. T.-L. **Phipson.**

« J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie un nouveau corps, dérivé du phénol, qui me paraît doué d'un grand intérêt, à cause des analogies qu'il présente avec certaines matières colorantes obtenues des lichens, et en ce qu'il peut jeter quelque lumière non-seulement sur la constitution de ces dernières, mais peut-être aussi sur celle de l'indigo.

» Ce corps, que j'appelle *phénolcyanine*, s'obtient directement du phénol, en dissolvant ce dernier dans l'alcool, ajoutant de l'ammoniaque liquide et laissant la solution dans un flacon partiellement clos pendant quelques semaines; puis, quinze jours après, quand la liqueur est devenue verdâtre, plus ou moins foncée, on lui ajoute deux fois son volume d'eau et $\frac{1}{4}$ de son volume d'ammoniaque liquide, et l'on abandonne le tout pendant six semaines environ. Au bout de ce temps, le liquide est devenu d'un très-beau bleu, très-foncé, et il s'est précipité au fond du vase une certaine quantité de phénolcyanine. Ce qui reste en dissolution peut être recueilli en jetant dans le liquide un excès de sel marin; on fait passer le tout sur un filtre, on dissout la matière dans l'alcool chaud ou dans la benzine, d'où on l'obtient par l'évaporation.

» Ainsi obtenue, la phénolcyanine se présente sous forme d'une matière résineuse, bleu foncé, paraissant noire, à reflet métallique cuivré comme l'indigo. Elle fond aisément, et se volatilise en partie en vapeurs pourprées; le reste se décompose et laisse un charbon poreux. Elle est soluble en bleu dans l'alcool, en pourpre dans l'éther, et en rouge pourpre dans la benzine. L'acide sulfurique concentré la dissout aisément, en vert bleuâtre; l'acide chlorhydrique a peu d'action à froid; l'acide nitrique la décompose et forme un dérivé nitré fort différent de l'acide picrique.

» La phénolcyanine est fort peu soluble dans l'eau pure, mais se dissout



dans l'alcool aqueux ammoniacal, et, une fois qu'elle est dissoute, ses solutions peuvent être étendues d'eau. Ces solutions sont bleu de ciel foncé à la lumière du jour, mais rouges de vin quand on les regarde par transmission à la lumière d'une flamme. Les acides les rougissent, comme la teinture de tournesol, et les alcalis ramènent la couleur bleue.

» L'hydrogène naissant (le zinc en solution acide) décolore complétement les solutions de phénolcyanine; mais au contact de l'air la couleur bleue revient peu à peu, s'il y a de l'ammoniaque en présence. Un mélange de sulfate ferreux et de chaux ne décolore pas les solutions de phénolcyanine, comme cela a lieu pour l'indigo; de sorte que, sous ce rapport, ce corps ressemble plus aux dérivés colorés de l'orcine qu'à ceux de l'indigo bleu.

» Mes analyses de ce nouveau corps n'ont pas été très-satisfaisantes, vu la petite quantité que j'en ai eue jusqu'à présent à ma disposition; je crois néanmoins pouvoir lui assigner la formule

$$C^{12}H^{5}NO^{2}, \quad \text{ou bien} \quad C^{12}H^{7}NO^{4} = C^{12}H^{5}NO^{2} + 2HO.$$

» L'orcéine, comme on sait, renferme $C^{14}H^{7}NO^{6}$, et l'indigo bleu $C^{16}H^{5}NO^{2}$: il est donc probable que l'on parviendra à les former l'un et l'autre artificiellement en partant de la phénolcyanine. La réaction par laquelle ce dernier corps est formé paraît être

$$C^{12}H^{6}O^{2} + NH^{3} + O^{2} = C^{12}H^{5}NO^{2} + 4HO,$$

ou bien

$$= C^{12}H^{7}NO^{4} + 2HO. »$$

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Remarques relatives aux observations présentées par* M. Mène *sur la fabrication du sulfate d'ammoniaque à l'aide des déchets azotés;* par M. L. L'Hote.

« Le procédé de fabrication des sels ammoniacaux pour lequel M. Martin a pris un brevet (7 juin 1869) et qui, d'après M. Mène lui-même, n'est pas pratique, consiste essentiellement à substituer les terres alcalines, chaux, baryte, etc., à la chaux sodée; dans quelques cas seulement la soude caustique est indiquée.

» Dans le procédé que j'ai décrit (1), on commence toujours par attaquer la matière azotée avec de la soude caustique au dixième, puis on

(1) *Comptes rendus*, p. 1085 de ce volume.

empâte la masse visqueuse avec de la chaux éteinte. En distillant un mélange aussi intime de matière azotée et d'alcali, la combustion de la matière organique est aussi complète que dans les dosages de l'azote à l'état d'ammoniaque par la chaux sodée; le produit de la calcination, qui peut régénérer la soude caustique, ne contient ni charbon azoté ni cyanure. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'acide phosphorique dans les engrais, coprolites, phosphates fossiles, etc.* Note de M. **Ch. Mène.**

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 26 mai (p. 1288 de ce volume), M. Joulie parle du dosage de l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque : c'est sur ce procédé au citrate d'ammoniaque que je désirerais appeler l'attention des chimistes.

» Le procédé au citrate d'ammoniaque consiste, comme je l'ai vu pratiquer dans certaines expertises, à traiter l'engrais par un acide (chlorhydrique ou azotique) étendu, de manière à dissoudre les phosphates, les calcaires, les sels alcalins, etc., et à filtrer pour séparer les matières insolubles (argile, sable, etc.). On ajoute à la liqueur claire de l'ammoniaque, qui forme généralement un précipité blanc abondant; on verse ensuite de l'acide citrique, jusqu'à redissolution de ce précipité; les quelques particules de précipité qui ne se dissolvent pas par l'acide citrique sont considérées comme de l'argile soluble, et sont filtrées. A la liqueur qui passe, on ajoute finalement du sulfate de magnésie, puis de nouveau de l'ammoniaque, et l'on considère le précipité comme du phosphate ammoniaco-magnésien, que l'on filtre, lave et calcine.

» Sans vouloir faire ressortir combien cette analyse est fautive, j'insisterai spécialement, d'une part, sur la solubilité du phosphate ammoniaco-magnésien dans un sel ammoniacal, et, de l'autre, sur la précipitation (par l'ammoniaque en excès) de toute la silice gélatineuse, que l'on dose comme étant du phosphate ammoniaco-magnésien. Pour bien se convaincre de ce que j'avance, il suffit de prendre quelques gouttes de silicate de soude étendues d'eau; on y verse de l'ammoniaque, il y a précipité; l'acide citrique le redissout, et l'ammoniaque, introduite de nouveau, le reprécipite. L'alumine, dans ces conditions, ne se reprécipite pas.

» Si l'on veut avoir une idée de l'erreur que l'on peut commettre, je citerai les résultats d'une expertise où un phosphate dit *fossile* était marqué pour contenir 70 pour 100 de phosphate tribasique de chaux, par la méthode au citrate d'ammoniaque, et qui, par le procédé au bismuth (mé-

thode Chancel), en a accusé 1,5 pour 100. J'oserais même aller plus loin, et signaler un fait déplorable : c'est que, sur des données analytiques pareilles, on a établi des extractions de calcaires, de coquilles, de roches dites *phosphates fossiles*, qui ne contiennent point ou qui contiennent très-peu de phosphates; or, tous les jours, ces soi-disant phosphates sont vendus et versés dans le commerce pour l'agriculture.

» Je ferai la même observation pour la méthode *à l'ammoniaque*, que beaucoup de laboratoires emploient pour doser les phosphates. Certainement on ne peut pas blâmer M. Bobierre d'avoir préconisé ce réactif pour doser les phosphates, car ce chimiste l'appliquait alors à l'analyse du noir animal et des os; or, dans ce cas, l'erreur qui pouvait en résulter était de 1 à 0,5 pour 100 (ces produits ne contenant que très-rarement de l'argile soluble, etc.); mais, aujourd'hui que l'on utilise l'ammoniaque pour analyser le phosphate des coprolites, des fossiles, etc., on doit en rejeter l'emploi, puisqu'il donne en même temps l'alumine, l'oxyde de fer, la silice soluble, etc., et que l'erreur, dans ce cas, n'a plus de limites. C'est ainsi que la différence peut être du tout au tout pour ces matières, et que, dans ce cas, l'acheteur n'a plus de garanties. J'ajouterai finalement que certains marchands de phosphates fossiles le savent si bien, qu'ils vendent au dosage du phosphate *par la méthode à l'ammoniaque;* or, dans ce cas, que doit faire la loi? C'est pour remédier à cet état de choses que j'ai cru devoir faire la présente Communication; je la terminerai en disant que, depuis dix ans environ, je me suis servi du procédé Chancel (au bismuth), et que jamais je n'ai eu d'erreurs sur ce point; j'ajouterai que, au laboratoire de M. Barral, j'ai toujours vu employer cette même méthode, et que dès lors on devrait la généraliser, puisqu'elle est exempte des erreurs *en trop* des autres procédés. »

MINÉRALOGIE. — *Note sur un sulfate bibasique de plomb, de l'Ariége;* par M. Ed. Jannettaz.

« En examinant quelques échantillons de minerais de plomb, placés aux *gisements* dans la collection minéralogique du Muséum d'Histoire naturelle, j'en ai remarqué un dont le faciès avait la plus grande analogie avec celui de la lanarkite de Leadhills (Écosse).

» La lanarkite, espèce créée par Brooke, serait, d'après son auteur, un sulfocarbonate de plomb. Cette substance a en outre, pour caractères, trois clivages, formant une zone : l'un d'eux, face *a* de Brooke, étant vrai-

ment parfait; les deux autres, face *u* et face *v* du même auteur, étant moins nets. Ces clivages font entre eux les angles suivants :

v/a	59°.15′
u/a	88.45
v/u	29.30

» Les autres caractères sont : une dureté faible, qui ne dépasse pas 2,5; une densité qui varie de 6,8 à 7; une solubilité incomplète, avec effervescence, dans l'acide azotique; la transparence complète, en lames minces; l'éclat adamantin, un peu résineux.

» M. Pisani a repris l'analyse des échantillons qui portent le nom de lanarkite dans les collections françaises, et de ceux auxquels les marchands anglais donnent encore cette dénomination aujourd'hui (1). Il a établi que c'est un sulfate bibasique de plomb Pb^2S; que l'acide carbonique ne joue aucun rôle essentiel dans la composition chimique de cette matière; que les caractères optiques l'assimilent aux substances du système klinorhombique; que le plan des axes optiques y est parallèle au plan de symétrie; que l'angle des axes optiques, mesuré dans l'huile, est de

$$2H = 65°3' \text{ rayons rouges}; \quad 2H = 63°55' \text{ rayons verts.}$$

» Les cristaux de l'Ariége que j'ai entre les mains sont allongés, étroits, minces, groupés parallèlement à leur allongement; on y observe quelquefois une gouttière assez semblable à celle de l'albite. Ils possèdent à un haut degré l'éclat adamantin des sels de plomb. Ils forment des faisceaux irrégulièrement disséminés sur une masse d'un blanc rosé, mêlée de parties brunes. Ils paraissent enveloppés d'une croûte un peu terne, d'un gris jaunâtre, parfois légèrement verdâtre, et souvent une matière jaune, terreuse, un oxyde de plomb, remplit les intervalles qui les séparent. Lorsqu'on les casse, on y remarque d'abord un clivage facile, à éclat nacré; on y discerne souvent deux autres clivages moins faciles, un peu discontinus, d'éclat un peu plus vitreux, qui concourent avec le précédent à constituer une zone dont l'axe est parallèle à l'allongement des cristaux. J'ai mesuré l'angle du clivage facile (face *a* de Brooke) et de celui qui correspond à la face *u* : il est de 91°43. Cette valeur est la moyenne de neuf mesures qui ont pour termes extrêmes 91°40′ et 91°47′. Le dièdre aigu supplémentaire

(1) PISANI, *Comptes rendus*, 13 janvier 1873.

serait de 88° 17'. Le second angle a/v m'a paru d'environ 120 degrés; je n'ai pu le déterminer aussi exactement que le premier. J'ai produit en même temps un quatrième clivage, oblique sur la zone *a*, *u*, *v*; mais celui-ci est peu brillant, et sa surface fibreuse ne m'a permis aucune mesure, même approchée. Sur la face *a*, j'ai observé le commencement d'un système d'anneaux colorés, aux teintes vives, très-rejeté latéralement sur la face *u*, un système d'anneaux complets, nombreux, à couleurs pâles. Le plan des axes optiques m'a semblé perpendiculaire à l'axe de la zone *a*, *u*, *v*.

» Ces cristaux, bien dépouillés de leur enduit au moyen d'un canif, montrent assez souvent une légère effervescence, lorsqu'on les traite par l'acide sulfurique.

» Si l'on dose l'acide carbonique qui s'en dégage, la quantité de gaz que l'on recueille, même après ébullition, ne dépasse pas 0,4 pour 100. En les analysant, j'y ai trouvé 14 pour 100 d'acide sulfurique; d'autre part, en les traitant, bien pulvérisés, par le même acide, dans un creuset de platine que j'ai chauffé à une température basse, puis à la température la plus élevée d'un bec Bunsen, j'ai constaté qu'ils absorbent 14 pour 100 d'acide, c'est-à-dire exactement la quantité d'acide que j'en avais retirée par l'analyse. Il est donc certain que ces cristaux consistent en un sulfate bibasique de plomb $\dot{P}b^2\ddot{S}$, identique à celui de Leadhills. Les phénomènes optiques confirmaient l'identité fournie par l'analyse.

» Au moyen d'un instrument encore inachevé, j'avais obtenu environ 64 degrés pour l'angle des axes optiques dans l'huile; mais, comme j'apercevais en même temps quelques causes d'erreur, j'ai proposé à M. Pisani de les mesurer avec son instrument. M. Pisani a eu l'obligeance d'opérer cette mesure devant moi. Il a obtenu, dans l'huile,

$$2H = 62°38' \text{ rayons verts}; \quad 2H = 64°28' \text{ rayons rouges.}$$

» La différence angulaire est donc ici de près de 2 degrés, tandis qu'elle ne dépasse guère 1 degré pour les deux sortes de rayons (rouges et verts) dans la lanarkite de Leadhills. Dans cette dernière espèce, on distingue facilement un système d'anneaux colorés brillants, lorsqu'on regarde au milieu de la face du clivage parfait, au travers du microscope d'Amici; dans l'espère de l'Ariége, on n'aperçoit, dans les mêmes conditions, au travers de cette face, que les bords de ces anneaux rejetés sur les côtés; mais on peut voir le second système, celui des anneaux plus pâles, au travers de la face appelée *u* par Brooke.

» En résumé, la mine dite de *la Querri* dans notre Catalogue du Muséum, et qui est sans doute la mine appelée de *Laquorre*, vallée d'Aulus, Ariége (1), renferme, outre la cérusе, un sulfate bibasique de plomb, que sa teneur en plomb et en acide sulfurique, ainsi que les angles de ses faces de clivage, et ses caractères physiques tendent à faire regarder comme identique à la lanarkite de Brooke, surtout aux cristaux généralement appelés de ce nom, qui ont été analysés par M. Pisani.

» En appelant base ou face p de la notation française la face u de Brooke; h^1 la face a, celle du clivage parfait; m, la face obtenue par le quatrième clivage, le fibreux, dont j'ai parlé plus haut, on peut dire que le sulfate bibasique de plomb cristallise en prismes klinorhombiques, dont la base est inclinée de $91°43'$ sur la face h^1, celle du clivage parfait; le plan des axes optiques est le plan g^1, celui de symétrie.

» Les cristaux de l'Ariége, comme ceux de Leadhills, qui ont été analysés par M. Pisani, ne diffèrent de la lanarkite de Brooke que parce qu'ils manquent d'acide carbonique.

» Comment s'expliquer ces analyses si concordantes de Brooke et de Thomson, qui affirment la coexistence d'un demi-équivalent d'acide carbonique, et d'un demi-équivalent d'acide sulfurique, dans les échantillons de l'espèce appelée jusqu'ici *Lanarkite*? Ce qui est évident, c'est que les cristaux de l'Ariége et ceux de Leadhills que possèdent nos collections présentent nettement les mêmes caractères, et ne renferment d'acide carbonique ni les uns ni les autres. »

ZOOLOGIE. — *Sur les affinités des* Etheostomata (*Agassiz*). Note de M. L. VAILLANT, présentée par M. Blanchard.

« Dans son ouvrage *Lake superior*, M. L. Agassiz a proposé d'élever au rang de famille un ensemble de poissons de petite taille, habitant les eaux douces des États-Unis; ce groupe comprend les *Etheostoma*, Rafin., les *Pileoma* et les *Boleosoma*, Dekay, avec quelques genres établis plus récemment par M. Agassiz lui-même, et différents zoologistes américains. Cette famille serait caractérisée par l'absence des sous-orbitaires postérieurs, le premier, très-peu développé, existant seul, et ne présenterait ni pseudobranchie, ni vessie natatoire. Ces particularités anatomiques éloignant ces

(1) M. Landrin mentionne cette mine comme abondante en céruse. Voir l'ouvrage intitulé: *Du Plomb*, etc., par M. H. Landrin, p. 154. Firmin-Didot, 1857.

poissons des Percoïdes, auxquels ils étaient réunis par Dekay, le savant professeur de Cambridge les rapproche de la famille des Joues-Cuirassées; deux espèces nouvelles, décrites dans ce travail, sont placées entre les Cottes et les Gastérostées. Depuis, les mêmes opinions ont été de nouveau reproduites dans un Mémoire sur les poissons de la Tenessée, publié en 1854.

» Les zoologistes sont encore partagés sur ce point, et si Günther, Canestrini, Cope semblent revenir aux idées de Dekay, Troschel et Girard, d'un autre côté, adoptent encore la famille des *Etheostomatidæ*. Aucun d'eux ne s'expliquant sur les motifs qui les portent à préférer l'une ou l'autre manière de voir, il m'a paru intéressant, dans le rangement des collections du Muséum, d'étudier de nouveau cette question; ces observations m'ont conduit à des résultats très-différents de ceux obtenus par M. Agassiz.

» L'animal le plus complétement étudié a été le *Pileoma zebra*, Agassiz; j'en ai examiné le squelette et les viscères aussi en détail qu'on peut le faire sur un individu conservé dans la liqueur. Pour cette espèce, les trois caractères donnés par M. Agassiz n'existent certainement pas. L'arcade sous-orbitaire se compose d'un premier os triangulaire large, et de quatre osselets plus petits, les derniers grêles, styliformes, s'étendant jusqu'au frontal postérieur : elle est donc complète. On constate la même disposition sur le *Boleosoma Olmstedi*, Stor. sp., et l'*Hyostoma cymatogrammum*, Abb. sp.; ces trois types sont assez éloignés les uns des autres pour qu'il soit permis de regarder le fait comme général dans le groupe. Une pseudobranchie, rudimentaire il est vrai, mais cependant incontestable, existe dans le *Pileoma* et le *Boleosoma* cités plus haut. Pour ce qui est de la vessie natatoire, on en reconnaît facilement la présence chez le *Pileoma zebra*; elle est seulement peu développée et assez reculée à la partie postérieure de la cavité abdominale; au contraire, chez le *Boleosoma Olmstedi*, je n'ai pu en trouver trace; ce dernier fait est d'ailleurs conforme aux observations de Dekay.

» Les caractères sur lesquels se fonde M. Agassiz pour éloigner ces poissons des Percoïdes sont donc loin d'être absolus. Ce qui nous est connu, pour ces animaux, de l'organisation prise dans son ensemble, justifie-t-il un rapprochement avec la famille des Joues-Cuirassées ou celle des Gastérostées?

» En résumant les caractères généraux qui réunissent les différents genres *Pileoma*, *Etheostoma*, *Boleosoma*, *Hyostoma*, *Catonotus*, *Astatich-*



thys (1), *Hololepis*, les mieux établis comme se rapportant au groupe des *Etheostomatidæ*, on voit qu'ils ont tous six rayons branchiostéges, des dents en velours aux mâchoires, et, sauf le quatrième genre, au vomer et aux palatins; ils présentent deux dorsales distinctes, la première épineuse, égale ou supérieure en longueur à la seconde, qui est entièrement molle; le premier rayon étant sinon branchu, au moins articulé, les ventrales ont toujours une épine et cinq rayons mous; on trouve en arrière de l'anus une petite papille; les écailles des flancs sont cténoïdes et généralement grandes.

» Il est difficile de réunir des poissons ainsi caractérisés avec les *Gasterosteidæ*, qui ne présentent jamais que trois rayons branchiostéges, sont sans dents vomériennes ni palatines, ont enfin la peau nue ou revêtue de grandes plaques tout à fait spéciales.

» Quant aux Cottoïdes, leur nageoire dorsale épineuse est d'ordinaire notablement plus courte que la portion molle, et souvent on trouve à la ventrale moins de cinq rayons mous; le caractère tiré de l'articulation du sous-orbitaire avec les pièces de l'opercule est aussi trop important, dans l'état actuel de nos connaissances, pour qu'on soit autorisé à placer dans ce groupe des êtres chez lesquels cette disposition anatomique fait défaut.

» La présence d'une papille anale semble indiquer au premier abord une liaison entre les *Etheostomata* et les *Gobiidæ*. Chez ces derniers, comme on le sait, cet organe se rencontre d'une manière plus constante, et est plus développé que dans aucune autre famille des poissons osseux; mais ce caractère ne leur est pas pour cela spécial; et chez l'Apron, du groupe des Percoïdes, on trouve une papille anale aussi complète que chez les *Pileoma* et genres voisins.

» Les *Etheostomatidæ* ne peuvent donc être rapprochés de la famille des Joues-Cuirassées ou de l'une des subdivisions dans lesquelles on partage aujourd'hui ce groupe primitif de Cuvier. Les caractères généraux de ces poissons sont ceux des Percoïdes, surtout des *Percina*, première section de cette famille d'après M. Günther. La présence de six rayons branchiostéges seulement, le manque de dentelures au préopercule sont les seuls caractères aberrants; or certains *Percichthys* offrent la première de ces particularités, et la seconde n'a qu'une médiocre importance, puisque des

(1) Ce genre est identique au genre *Pœcilichthys* (Cope, non Agassiz) dont le nom doit être changé pour une rectification de nomenclature.

genres voisins nous montrent des variations analogues, les Aprions et même plusieurs Serrans, par exemple, ayant le bord du préopercule lisse. Dans cette division des *Percina*, les Éthéostomatides, qui méritent au plus d'être considérés comme une section, forment une chaîne se liant d'une part de très-près aux *Aspro* par le genre *Pileoma*, d'autre part, renfermant des types dégradés qui indiquent un passage aux Gobies. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations magnétiques;*
Note de M. **Diamilla-Muller.**

« Dans un coin solitaire de la belle colline de Fiesole, près de Florence, j'ai établi, depuis le 1[er] mai, un observatoire magnétique temporaire, pour continuer, pendant toute la saison d'été, mes recherches sur les variations de l'aiguille, en rapport avec les phénomènes météorologiques et astronomiques, et spécialement pour reprendre, sous une autre forme, les expériences de Kreil sur l'influence de la Lune.

» Lundi dernier, 26 courant, j'ai fait une série d'observations continues, pendant l'éclipse partielle du Soleil.

» La marche diurne de l'aiguille de déclinaison n'a présenté, comme direction, aucune espèce d'anomalie.

» Toutefois, quelque temps avant l'éclipse, il s'est reproduit un fait qui confirme les observations antérieures, notées dans les circonstances analogues, et qui peut avoir une assez grande importance. Les oscillations de la barre aimantée de mon magnétomètre avaient une amplitude de dix parties de l'échelle, qui correspondent à 21′ 52″ d'arc. La durée de ces oscillations était en moyenne de 20 secondes. Quelque temps avant le commencement de l'éclipse, l'aiguille s'est arrêtée brusquement, demeurant immobile pendant environ trois quarts d'heure; ensuite elle reprit ses oscillations, très-petites d'abord, ayant une amplitude de 2 minutes à peine (moins d'une partie de l'échelle) et une durée double de la moyenne.

» Cette tranquillité subite de l'aiguille aimantée à l'approche de l'éclipse a été déjà remarquée, lorsque même le phénomène solaire est invisible; mais je pense qu'on devrait l'attribuer à la position spéciale des trois corps célestes, le Soleil, la Terre et la Lune, plutôt qu'à l'éclipse. Par conséquent, en rappelant ce fait, je n'ai d'autre but que de recommander aux observateurs de noter avec la plus grande exactitude le mode d'oscillation de l'aiguille aimantée à l'approche de l'heure de chaque nouvelle Lune...

» J'ai l'honneur d'annoncer également à l'Académie que les données

de la seconde série d'observations magnétiques simultanées (1), faites sur différentes parties du globe, le 15 octobre 1872, sont toutes parvenues.

» Cette seconde série sera publiée avec la première (29-30 août 1870).

» En attendant, de ces observations il paraît résulter :

» 1° Que la variation séculaire de la *déclinaison* (qui dépend du déplacement des lignes isogones, par suite de la révolution du pôle magnétique autour du pôle géographique) serait en raison inverse de la distance du lieu de l'observation à l'équateur magnétique. Cette variation serait donc d'autant plus grande annuellement, qu'elle serait plus voisine de cet équateur. En d'autres termes, la variation séculaire de la déclinaison serait en raison inverse de la latitude magnétique.

» 2° Que la variation séculaire de l'*inclinaison* serait proportionnelle à l'extension des parallèles magnétiques, c'est-à-dire à la grandeur des lignes *isoclines*. Par conséquent, elle serait en raison inverse de la valeur absolue de l'angle d'inclinaison.

» 3° Que la variation séculaire de l'*intensité* (force totale) serait proportionnelle à la variation séculaire de l'inclinaison. »

GÉOLOGIE. — *Recherches spectroscopiques sur les fumerolles de l'éruption du Vésuve en avril 1872, et état actuel de ce volcan.* Extrait d'une Lettre de M. L. PALMIERI à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Naples, 24 mai 1873.

» En vous priant d'offrir à l'Académie des Sciences de Paris le Mémoire que j'ai récemment publié sur l'éruption du 26 avril 1872, je désire ajouter que, depuis que j'ai terminé ce travail, j'ai fait un grand nombre de recherches spectroscopiques sur les sublimations des fumerolles et que j'ai découvert, dans la plupart d'entre elles, la présence du thallium. J'ai trouvé aussi, masquée dans ces fumerolles par d'autres produits, une substance assez rare au Vésuve : c'est l'acide borique. Les autres matières que j'ai mises en évidence sont mentionnées dans un Mémoire imprimé, où vous trouverez confirmées quelques-unes de vos observations, particulièrement sur l'acide carbonique.

» Depuis sa dernière grande éruption, le Vésuve est arrivé graduellement à un état de repos extraordinaire. Sur les bords du cratère et dans son intérieur, quelques fumerolles sont encore répandues; mais, depuis quelques mois, plusieurs ont disparu, et, en ce moment, la vapeur vient

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1063; t. LXXVII, p. 57.

le plus abondamment du fond du cratère, dont la profondeur verticale est de 250 mètres.

» Les instruments de l'observatoire, c'est-à-dire le séismographe et l'appareil des variations, après les violentes agitations qu'ils avaient éprouvées au mois d'avril de l'année dernière, étaient arrivés peu à peu à un calme insolite; mais, aujourd'hui, ils commencent à s'agiter faiblement, de sorte que, après une période de décroissance, les phénomènes semblent reprendre de l'intensité. Mais le feu n'a pas encore paru dans l'intérieur du cratère. »

« M. **Ch. Sainte-Claire Deville**, à la suite de cette Communication, désire ajouter que, conformément à la pensée qui semble inspirer la dernière phrase de cette Lettre, il est assez disposé à admettre que la prochaine phase d'activité que subira le volcan sera celle qu'il a appelée la phase *strombolienne*, et qui consiste dans de petites éruptions, qui se feront jour au centre du cratère, placé au sommet de la montagne. Ce serait la répétition du fait qui s'est produit en juillet 1856, un an après la grande éruption de 1855, et qu'il avait cru pouvoir annoncer à l'avance. (*Cinquième et sixième Lettres* à M. Élie de Beaumont. *Comptes rendus*, t. XLIII, p. 213, 434 et 435.) »

« En l'absence de M. Charles Sainte-Claire Deville, obligé de quitter la séance, M. **Élie de Beaumont** fait observer que les Lettres de M. Deville, qui viennent d'être rappelées, ont inauguré une manière nouvelle de considérer les phénomènes volcaniques et une méthode particulière pour les observer. Les travaux de M. Deville font suite à ceux que notre illustre confrère, M. *Boussingault*, avait si heureusement exécutés pour déterminer les produits volatils des grands volcans des Andes, en s'inspirant lui-même de premiers essais faits anciennement par sir *Humphry-Davy*. L'Académie verra avec satisfaction que le vigilant observateur du Vésuve, M. *Palmieri*, est entré dans cette voie progressive, déjà suivie par M. *Fouqué* dans ses recherches sur l'Etna, sur Santorin et sur les caldeiras des Açores, sur lesquelles il a consigné, dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, un Mémoire plein d'intérêt (1). L'emploi de la spectroscopie donne à l'école nouvelle un instrument de plus, dont la puissance égale la délicatesse, et qui, entre les mains de M. *Palmieri*, a déjà fourni de précieux résultats. La présence,

(1) *Comptes rendus*, p. 1361 de ce volume.

dans les sublimations des fumerolles du Vésuve, du *thallium*, ce métal nouveau retiré par M. *Lamy* de certains minerais pyriteux de la Belgique et d'autres pays (1), confirme d'une manière inattendue les relations déjà signalées entre les émanations volcaniques et les émanations métallifères qui ont introduit les métaux dans les filons. La présence de l'acide borique, aujourd'hui bien constatée dans les produits du Vésuve, vient à l'appui de la connexion déjà soupçonnée entre les volcans de l'Italie méridionale et les *soffioni* de la Toscane, dont les produits, concentrés dans les *lagoni*, en forment l'un des principaux gisements d'acide borique actuellement exploités.

» Le laboratoire des Hautes Études, habilement dirigé au Collége de France, depuis plusieurs années, par M. Charles Sainte-Claire Deville et M. Fouqué, donnera, on peut l'espérer, à ce genre d'études une impulsion croissante, qui sera puissamment encouragée par le concours et par les découvertes de M. Palmieri. »

M. H. Germain demande à l'Académie quel degré de confiance on doit avoir dans l'influence attribuée, sur le temps des quarante jours qui suivent, à une pluie survenue le 8 juin, jour de Saint-Médard.

Cette Lettre sera transmise à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

M. J. Bertrand rappelle, à ce propos, que notre regretté Correspondant, M. *J. Fournet*, dans ses nombreuses et importantes publications météorologiques, a recommandé de ne pas dédaigner sans examen les *proverbes et dictons populaires* résultant de l'impression produite par une longue répétition de faits analogues entre eux.

M. Élie de Beaumont, sans entrer dans l'examen de la question, rappelle ce qu'a dit sur ce sujet M. *Poinsot*. Le proverbe relatif au jour de Saint-Médard remonte probablement beaucoup plus haut que l'établissement du calendrier grégorien : or, quand on a introduit ce calendrier dans l'usage officiel et liturgique, on a supprimé, pour une fois seulement, les fêtes de douze saints, ce qui a avancé de douze jours celles de tous les autres saints. Si aujourd'hui on faisait éprouver à toutes les fêtes un mouvement inverse, on reporterait la fête de saint Médard au 20 juin, jour peu éloigné

(1) *Comptes rendus*, t. LIV, p. 1255 (séance du 23 juin 1862).

du solstice d'été. On peut donc admettre qu'en principe le proverbe dont il s'agit se rapportait au jour du solstice d'été plutôt qu'à la fête de saint Médard (1).

M. H. Gillon adresse une Note concernant les services que peuvent rendre à l'homme les chiens de la race *terre-neuve*.

L'auteur fait remarquer que ces chiens, qui ont été parfois considérés comme inutiles, sont cependant renommés comme sauveteurs des noyés, et qu'on les emploie même dans certains pays pour garder les enfants dans le voisinage des cours d'eau.

La séance est levée à 5 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 9 juin 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Mémorial de l'Artillerie de la Marine; t. I, 1re et 2e liv., texte et atlas. Paris, typ. Chamerot, 1873; in-8°, avec atlas in-folio. (Présenté par M. Dupuy de Lôme.)

Aide-mémoire d'Artillerie navale (Annexe au *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*); 1re liv., texte et atlas. Paris, typ. Chamerot, 1873; in-8°, avec atlas in-folio. (Présenté par M. Dupuy de Lôme.)

Nivellement de précision de la Suisse, exécuté par la Commission géodésique fédérale, sous la direction de MM. A. Hirsch *et* E. Plantamour; 4e liv. Genève, Bâle, Lyon, H. Georg, 1873; in-4°.

Annales des Ponts et Chaussées, Mémoires et Documents; 1873, mars. Paris. Dunod, 1873; in-8°.

---

(1) On dit aussi, à propos de l'accroissement des jours à la fin de l'automne : *à la Sainte-Luce, du saut d'une puce*. La fête de sainte Luce ou de sainte Lucie tombe aujourd'hui le 13 et tombait autrefois le 25 décembre, ce qui donne lieu à une remarque analogue à celle de M. Poinsot, et dont l'application est d'une exactitude incontestable. É. D. B.

Dictionnaire industriel à l'usage de tout le monde; 5e liv. : *Chêne. Dégraissage.* Paris, E. Lacroix, 1873; in-12.

Nouveau système de fermeture de lampe de sûreté, inventé par M. DINANT, *employé à la Compagnie des mines d'Anzin.* Valenciennes, imp. Giard et Seulin, sans date; opuscule in-8°.

Des régions botaniques de l'Hérault, avec une appréciation préliminaire des causes qui nous privent, depuis un siècle, d'une flore de Montpellier; par M. H. LORET. Montpellier, typ. Boehm, sans date; br. in-8°.

Proceedings of the royal Institution of Great-Britain; vol. VI, parts 5 et 6, nos 56, 57. London, 1872; 2 br. in-8°.

Industrial and technological Museum, Melbourne Lectures, etc. Melbourne, Samuel Mullen, 1872; in-8°.

Rules, regulations and forms of the Canada patent Office; 1st september, 1872. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Règlements et formules du Bureau des Brevets du Canada, 1er *septembre* 1872. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Sulla conflagrazione vesuviana del 26 *aprile* 1872; *relazione di* L. PALMIERI. Napoli, stamp. del Fibreno, 1873; in-4°. (Présenté par M. Charles Sainte-Claire Deville.)

Sulle osservazioni spettroscopiche del bordo e delle protuberanze solari, fatte all' Osservatorio della Università romana sul Campidoglio; Nota 1, 2, 3, 4 *del prof.* L. RESPIGHI. Roma, tip. delle Belle-Arti, 1870; 4 br. in-4°. (Estratto dagli *Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei.*)

Sulla costituzione fisica del Sole. Comunicazione del prof. L. RESPIGHI. Sans lieu ni date; br. in-4°. (Estratto dagli *Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei.*)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 JUIN 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président de l'Institut invite l'Académie à désigner l'un de ses Membres pour la représenter comme lecteur dans la prochaine séance trimestrielle, qui aura lieu le mercredi 2 juillet.

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de combustion de l'acide formique.* Note de M. Berthelot.

« 1. Les travaux accomplis dans la formation des corps sont mesurés par les quantités de chaleur dégagées dans les réactions réelles, à l'aide desquelles on effectue la synthèse des composés; c'est sur leur étude que l'on tâche aujourd'hui de fonder la Mécanique chimique. Guidé par ces idées, j'ai montré, il y a huit ans, quel parti nouveau on pouvait tirer des chaleurs de combustion des principes organiques, mesurées par MM. Favre et Silbermann, et comment il était facile d'en déduire les quantités de chaleur dégagées dans les réactions qui engendrent ces principes. Les résultats ainsi obtenus ont un degré de certitude subordonné à celui des valeurs numériques qui servent à les calculer : plusieurs entre les plus

importantes, celles de l'hydrogène, de l'oxyde de carbone, du gaz oléfiant, concordantes avec les valeurs que Dulong, Hess et Andrews avaient observées, ont été vérifiées en outre par les travaux récents (1).

» 2. L'acide formique pourtant, l'un des corps les plus intéressants de la Chimie, car il est le prototype des acides organiques, a donné lieu à une contestation. MM. Favre et Silbermann en avaient mesuré directement la chaleur de combustion; ils ont publié un chiffre (2) qui répond à 96^c pour 1 équivalent, $C^2H^2O^4$.

» M. Thomsen conteste absolument ce résultat. Dans un Mémoire présenté à la Société chimique de Berlin à la fin de novembre 1872, il donne, pour la chaleur de combustion de l'acide formique, le chiffre $60^c,193$: l'écart est énorme, et M. Thomsen s'appuie sur son nouveau chiffre pour relever, avec beaucoup d'âpreté, les conséquences théoriques que j'avais cru pouvoir tirer de celui de MM. Favre et Silbermann.

» Je n'hésiterais pas à les abandonner si les résultats de M. Thomsen étaient concluants; mais ils ne m'ont pas paru tels, et voici pourquoi. Au lieu de brûler l'acide formique par l'oxygène libre, comme ses prédécesseurs, ce savant a fait réagir le permanganate de potasse sur le formiate de potasse. Pour passer de là à l'acide formique et à l'oxygène, il faut recourir à un calcul compliqué et à d'autres données expérimentales fort nombreuses. Or M. Thomsen ne nous a fait connaître, malgré la longueur de sa Note, ni la nature ou l'ordre de ses expériences, ni leurs résultats numériques les plus généraux, ni la marche suivie dans ses calculs pour arriver à la valeur théorique 60,193, qu'il énonce sans donner aucune explication. Il en devait au moins le résumé aux savants qu'il critiquait. S'il est permis quelquefois de supprimer les détails, faciles à suppléer, d'expériences faites par des méthodes connues et que chacun peut reproduire sans peine, cette tolérance ne saurait être réclamée, à mon avis, dans les cas où les méthodes d'expérience et de calcul sont obscures et compli-

(1) THOMSEN, *Ann. de Pogg.*, 1873. Ce savant a encore obtenu pour l'acétylène un nombre conforme aux inductions, d'après lesquelles j'avais présumé que ce carbure devait être formé avec absorption de chaleur depuis les éléments, et il a reproduit à ce sujet, presque sans changement, les considérations que j'avais exposées il y a quelques années (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. VI, p. 385, 387; t. XII, p. 96, et surtout t. XVIII, p. 175 et 161.

(2) Les auteurs ont fait quelques réserves en présentant leur chiffre, à cause des conditions imparfaites de l'expérience; mais il est clair qu'ils ne l'auraient pas donné, s'ils avaient supposé une erreur possible de 40 pour 100 (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XXXIV, p. 438). Ils se bornent à supposer une erreur possible d'un dixième.

quées. Dans une controverse surtout, la sincérité exige qu'on ne pose pas d'énigmes.

» C'est pourquoi j'ai cru devoir reprendre la question par des méthodes expérimentales clairement définies et assez diverses pour que le concours de leurs résultats ne laissât pas, je l'espère du moins, place à de nouveaux doutes.

» 3. J'ai d'abord préparé une grande quantité d'acide formique pur et cristallisé. Il fondait à $+8^{o},6$. Il a fourni les données thermiques que voici, en s'unissant à l'eau et à la potasse :

$C^2H^2O^4$ liquide $+ 43,5\,H^2O^2$....................	$+0,075$	moyenne $+0,076$.
$C^2H^2O^4$ » $+ 48,6\,H^2O^2$....................	$+0,077$	
$C^2H^2O^4$ dissous ($1^{éq} = 1^{l}$) + 2 volumes d'eau.......	$+0,02$	
$C^2H^2O^4$ cristallisé + eau (1^{p} d'acide + 70^{p} eau).....	$-2,34$	moyenne $-2,35$.
$C^2H^2O^4$ » »	$-2,41$	
$C^2H^2O^4$ » »	$-2,29$	

La chaleur de fusion de l'acide est donc : $-2,43$.

$C^2H^2O^4$ dissous ($1^{éq} = 7^{l}$) + KO ($1^{éq} = 2^{l}$)........	$+13,07$	
C^2HKO^4 dissous ($1^{éq} = 6^{l}$) + HCl ($1^{éq} = 2^{l}$)........	$+0,62$	$N - N_1 = 0,61$.
KCl » ($1^{éq} = 2^{l}$) + $C^2H^2O^4$ ($1^{éq} = 6^{l}$).....	$+0,01$	

D'où $C^2H^2O^4$ dissous + KO dissoute $13,59 - 0,61 = 12,98$.

» J'adopterai la moyenne 13,03, comme s'appliquant aux conditions de concentration de mes essais.

» 4. J'ai décomposé l'acide formique en oxyde de carbone et en eau, et j'ai mesuré la chaleur mise en jeu pendant ce changement. On peut l'accomplir aisément, même à la température ordinaire, en mélangeant l'acide sulfurique concentré avec l'acide formique pur. Le dégagement d'oxyde de carbone commence aussitôt avec vivacité, puis il se ralentit; mais il finit par devenir total au bout d'un jour environ, comme je m'en suis assuré par la mesure du volume du gaz dégagé. Cette durée est trop grande pour se prêter aux mesures calorimétriques; mais on peut tourner la difficulté en se bornant au commencement de la réaction. Soit, en effet, le système initial suivant :

SO^4H, concentré; $C^2H^2O^4$, pur; eau (grande quantité).

» *Premier cycle.* — On peut mêler d'abord l'acide sulfurique avec l'eau, ce qui donne lieu à un dégagement de chaleur. . . . . Q,
puis ajouter l'acide formique, ce qui dégage. . . . . *q*.
On obtient ainsi un système final renfermant les trois corps mélangés, sans autre changement chimique.

» *Second cycle.* — D'autre part, on peut mêler l'acide formique avec l'acide sulfurique concentré dans un petit vase de platine, muni d'un serpentin, d'un condenseur, d'un tube à dégagement, le tout placé au centre d'un calorimètre. J'ai mis cet appareil sous les yeux de l'Académie.

» Les gaz dégagés cèdent leur chaleur à l'eau en traversant le serpentin; on les recueille et on les mesure rigoureusement. La chaleur dégagée est représentée par. . . . . Q_1.

» Au bout de dix à quinze minutes, l'action se ralentissant, on mélange le contenu du petit vase de platine avec la masse totale de l'eau du calorimètre, laquelle est la même que dans le premier cycle, et on mesure la chaleur dégagée. . . . . Q_2.

» Le système final est ici constitué par l'acide sulfurique étendu, la portion d'acide formique non décomposé, également étendue d'eau, enfin l'oxyde de carbone et l'eau produits par la décomposition de l'autre portion d'acide formique.

» D'après le théorème de l'équivalence calorifique des transformations chimiques (1), la différence entre les quantités de chaleur mises en jeu dans le premier et dans le second cycle exprime la chaleur (x) dégagée pendant le changement de l'acide formique pur en eau et en oxyde de carbone :

$$x = Q_1 + Q_2 - (Q + q),$$

les états de combinaison intermédiaires ne jouant aucun rôle dans le calcul. Il suffit de mesurer l'oxyde de carbone produit pour rapporter la réaction à son équivalent.

» Pour plus de netteté, j'ai opéré avec de l'acide sulfurique cristallisable, SO^4H, préparé par le procédé de M. Marignac (2), et j'ai vérifié qu'il ne se produisait pas trace d'acide carbonique dans la réaction.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 294.

(2) D'après mes expériences :

SO^4H cristallisé, + 150 H^2O^2, dégage.....	+8,01
» »	+8,04
» »	+8,05
Moyenne.......	+8,03
SO^4H liquide, + 150 H^2O^2, dégage.......	+8,46
» »	+8,46
Moyenne........	+8,46
Chaleur de fusion..........	−0,43

» Ajoutons enfin que les deux acides étaient pesés séparément dans des ampoules scellées à la lampe, que l'on enfermait dans les vases calorimétriques, et que l'on y brisait ensuite par des secousses convenables; en opérant ainsi, aucune trace de matière ne peut être perdue ou échapper aux réactions.

» J'ai obtenu les résultats suivants :

SO^4H.	$C^2H^2O^4$.	Eau.	C^2O^2 réduit à zéro et à $0^m,760$.	Chaleur dégagée par $C^2O^2 = 28$ gr.
$17^{gr},661$	$1^{gr},412$	800^{gr}	542^{cc}	+1,25
14,864	2,819	800	433	+1,43
15,537	4,473	800	711	+1,38
			Moyenne...........	$1^C,38$

» Telle est la quantité de chaleur dégagée lorsque 1 équivalent d'acide formique pur se change, à froid, en oxyde de carbone et en eau :

$$C^2H^2O^4 = C^2O^2 + H^2O^2.$$

» Cette réaction est donc exothermique. Sa mesure est indépendante de toute autre détermination. D'après les chiffres de M. Thomsen, on aurait dû observer une absorption égale à $-6^C,6$. L'écart est de 8^C environ.

» La chaleur de combustion de l'acide formique peut être calculée si l'on connaît celle de l'oxyde de carbone. Elle variera de 68 à 70 calories, suivant que l'on adoptera pour celle de l'oxyde de carbone les nombres de tel ou tel expérimentateur.

» 5. Les réactions de l'acide formique sur le brome, le chlore, l'acide hypochloreux sont trop lentes et accompagnées par la formation de produits secondaires, ce qui a rendu stériles les essais calorimétriques que j'ai tentés par cette voie. J'ai alors employé le permanganate de potasse, proposé par M. Thomsen; mais cet agent introduit de singulières complications au point de vue chimique et plus encore au point de vue thermique. En effet, il brûle le formiate, en étant ramené lui-même à l'état d'un oxyde brun de manganèse, dont la composition n'est pas absolument fixe, et qui se précipite en entraînant une quantité de potasse, variable depuis 1 équivalent jusqu'à $\frac{1}{8}$ d'équivalent, suivant la composition des milieux. Aussi est-il nécessaire, comme Péan de Saint-Gilles l'a fait voir, de compléter finalement la réduction du permanganate et de tout ramener à l'état de sulfate manganeux par l'emploi simultané de l'acide sulfurique en très-grand excès et d'un second agent réducteur. La valeur thermique de ce second agent et celle du permanganate devant être déterminées séparément, cinq ou six séries d'opérations thermiques, sujettes chacune à des erreurs

d'expérience ou d'interprétation, sont nécessaires pour obtenir la chaleur de combustion de l'acide formique. Voici la seule marche qui m'ait donné des résultats concordants, après bien des tâtonnements; elle repose sur l'emploi de l'acide oxalique.

» 6. *Chaleur de combustion de l'acide oxalique.* — On change en hypochlorite de potasse un poids donné de chlore (pesée directe du chlore absorbé), puis on transforme ce chlore en acide chlorhydrique à l'aide d'un excès d'acide oxalique, ce qui peut être fait exactement, comme je m'en suis assuré, parce que la réaction est instantanée, et que l'acide hypochloreux ne reste pas libre assez longtemps pour éprouver d'autres changements (1). La somme des chaleurs dégagées pendant ces deux opérations et mesurées directement, diminuée de la chaleur dégagée par l'acide chlorhydrique et l'excès d'acide oxalique agissant ensemble sur le poids de potasse employée, répond à la réaction suivante :

$$C^4H^2O^8\text{(dissous)} + Cl^2\text{(gazeux)} = 2C^2O^4\text{(dissous)} + 2HCl\text{(dissous)}.$$

» Quatre essais ont donné : 81,0; 84,0; 84,1; 83,9; moyenne : 83,3.

» On tire de là, par un calcul facile à suppléer (2):

$C^4H^2O^8$ (dissous) + $O^2 = 2C^2O^4$ (dissous) + H^2O^2 dégage. . . . . +73,7

$C^4H^2O^8$ sec + $O^2 = 2C^2O^4$ (gazeux) + H^2O^2 (liquide). . . . . . . +60,2.

» 7. *Chaleur dégagée par la réduction du permanganate de potasse.* — J'emploie du permanganate de potasse *absolument* pur, dissous à froid et très-récemment; je le réduis (3) au moyen d'un léger excès d'acide oxalique dissous dans l'eau et mêlé avec une grande quantité d'acide sulfurique (de 30 à 40 équivalents pour 1 d'acide oxalique) étendu. On complète alors l'oxydation de l'acide oxalique par le permanganate, comme à l'ordinaire, à l'aide d'une burette graduée. La chaleur dégagée répond à la réaction suivante, tous les corps étant dissous dans beaucoup d'eau :

$$5C^4H^2O^8 + 2Mn^2O^8K + nSO^4H$$
$$= 10C^2O^4 + 5H^2O^2 + 4SO^4Mn + 2SO^4K + 3H^2O^2 + n'SO^4H.$$

---

(1) On opère en présence d'une quantité d'eau capable de maintenir dissous tout l'acide carbonique, précaution indispensable et qui s'applique à toutes les expériences suivantes.

(2) En admettant que H + Cl = HCl dissous dégage 39,4 d'après M. Thomsen; la dissolution de C^2O^4 gazeux dégage + 5,6 et celle de $C^4H^2O^8$ solide absorbe — 2,3, d'après mes propres essais. Enfin H + O = HO dégage 34,5 d'après la moyenne des auteurs.

(3) La réaction peut être provoquée à froid, en ajoutant aux liqueurs un peu de sulfate manganeux. Lente au début, elle s'accélère bientôt.

» Elle a été trouvée égale, pour les poids indiqués, à 415,4, soit 83,08 pour $C^4H^2O^8$.

» La combustion de $5C^4H^2O^8$ par l'oxygène libre dégageant

$$+73,7 \times 5 = 368,5,$$

on en conclut que $2Mn^2O^8K$ décomposés *par un grand excès d'acide sulfurique*, avec production de 10 équivalents d'oxygène, dégagent + 46,9 : soit + 23,45 pour O^5 cédé par Mn^2O^8K ou + 4,69 pour chaque équivalent d'oxygène. Tel est l'excès de la chaleur dégagée dans une oxydation effectuée au moyen du permanganate de potasse et de l'acide sulfurique, et en l'absence de tout autre sel métallique, sur la même oxydation effectuée par l'oxygène libre.

» Ces nombres diffèrent beaucoup de ceux qui ont été donnés (1) par M. Thomsen (+ 38,2 pour O^5, et + 7,64 pour O); mais j'expliquerai, dans une prochaine Note, l'origine des erreurs que cet auteur me semble avoir commises, lesquelles affectent la plupart des résultats qu'il a publiés depuis un an. Je poursuis.

» 8. *Oxydation de l'acide formique.* — Le formiate de potasse, additionné de carbonate, puis mélangé avec le permanganate dissous, a dégagé, pour C^2HKO^4 :

Le formiate en excès notable........	+ 81,4;	+ 78,2;	+ 78,7.
Le permanganate en excès léger.....	+ 80,0;	+ 79,0;	+ 78,6.

» J'ai donné ces chiffres comme contrôle; mais ils ne peuvent servir à eux seuls pour calculer la combustion de l'acide formique, à cause de la précipitation d'un oxyde brun de manganèse, de composition variable, et qui entraîne de la potasse. C'est pourquoi j'ajoute au mélange précédent une proportion d'acide oxalique, calculée à l'avance pour un très-léger excès, et mêlée d'acide sulfurique, ce qui redissout le précipité. On oxyde alors l'excès d'acide oxalique à l'aide d'une burette graduée renfermant du permanganate. La somme des chaleurs dégagées pendant cette série d'opérations, comparée aux données précédentes, permet de calculer la chaleur de combustion de l'acide formique libre et pur par l'oxygène libre, avec formation d'eau et de gaz carbonique :

$$C^2H^2O^4 + O^2 = C^2O^4 + H^2O^2.$$

(1) *Berichte der D. Ch. Gesellschaft zu Berlin*; mars 1873, p. 237.

» J'ai trouvé :

L'acide formique étant en excès dans les réactions...	+ 69,8 et + 69,2.
Le permanganate étant en excès................	+ 70,6.
Moyenne des trois nombres..........	+ 69,9.

» Ce résultat concorde avec celui qui résulte de la transformation en oxyde de carbone, concordance qui paraît une garantie de l'exactitude du nombre obtenu.

» 9. De là découlent les conclusions suivantes, conformes, pour la plupart, à celles que j'avais formulées autrefois :

» 1° L'acide formique est produit avec absorption de chaleur, depuis l'oxyde de carbone et l'eau. Cette absorption étant moindre que la chaleur dégagée dans l'union de l'acide avec la soude (+ 13,0), il en résulte que l'énergie, consommée dans la synthèse de l'acide formique, est fournie par la réaction de l'acide sur l'alcali; conformément à ce qui arrive en général dans les phénomènes que l'on attribuait naguère aux affinités prédisposantes.

» 2° La chaleur de combustion de l'acide formique est inférieure de 140^c à celle de l'acide acétique, écart à peu près proportionnel à celui qui existe entre l'acide acétique et son homologue l'acide butyrique (143×2).

» 3° Le changement de l'acide formique liquide en gaz carbonique et hydrogène doit répondre à un phénomène thermique faible ou nul. Mais avec l'acide formique gazeux, il doit y avoir un dégagement thermique correspondant à peu près à sa chaleur latente. C'est en effet ce que j'ai vérifié autrefois par expérience (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. XVIII, p. 42), et ce seul fait, inexplicable d'après les nombres de M. Thomsen, aurait dû le mettre en garde contre leur exactitude (1).

» 4° La formation du gaz des marais, dans la distillation sèche du formiate de baryte (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LIII, p. 81, 91, 103, 104; 1858),

$$4C^2HBaO^4 = C^2H^4 + 2(C^2O^4, 2BaO) + C^2O^4,$$

répond également à un dégagement de chaleur : $+ 54^c$ environ. Si je rappelle cette formation, c'est qu'elle est le premier exemple et le plus complet de la réduction pyrogénée de l'acide formique, réduction qui a fourni,

(1) La chaleur dégagée dans mon expérience est bien plus grande que celle qui est accusée par l'élévation de température du thermomètre; car elle échauffe la portion non décomposée et les parois des vases, dont la masse relative est énorme.

dans ces derniers temps, l'aldéhyde et l'alcool méthylique :

$$\underbrace{C^2H^2O^4}_{\text{Acide.}} - \underbrace{C^2H^2O^2}_{\text{Aldéhyde.}} - \underbrace{C^2H^4O^2}_{\text{Alcool.}} - \underbrace{C^2H^4}_{\text{Carbure.}}$$

Toutes ces métamorphoses sont produites aux dépens de l'excès d'énergie de l'acide formique, comparé à l'acide carbonique et à l'hydrogène. Elles montrent bien comment le principal secret de la synthèse organique consiste dans la formation des premiers termes, accomplie avec absorption de chaleur, mais qui engendrent ensuite les autres principes avec dégagement de chaleur, c'est-à-dire suivant la loi commune des combinaisons chimiques »

MONNAIES. — *Sur les alliages employés pour la fabrication des monnaies d'or;* par M. Eug. Peligot.

« Les expériences que je viens soumettre à l'Académie ont trait à une question délicate dont j'ai longtemps hésité à l'entretenir : il s'agit de l'unification monétaire.

» Les savants qui, à la fin du siècle dernier, ont créé le système métrique, avaient pressenti l'intérêt que peut offrir l'existence d'une monnaie universelle ; en rattachant notre unité monétaire, le franc, au système des poids et mesures, ils avaient fait, dans ce but, une première tentative que les événements devaient rendre longtemps infructueuse. Mais, depuis une vingtaine d'années, les moyens rapides de communication, les traités de commerce et le développement industriel qui en a été la conséquence, ont créé chez les différents peuples une solidarité d'intérêts qui rend de plus en plus désirable l'adoption de moyens uniformes pour peser, mesurer et solder les produits commerciaux.

» En ce qui concerne les poids et les mesures, on s'accorde, généralement, à considérer le système métrique actuel comme remplissant les conditions les plus favorables à une commune adoption. Œuvre internationale dès son origine, puisque des savants étrangers ont pris une part active à sa création, ce système reçoit aujourd'hui une sanction définitive par le concours des savants illustres, venus de tous les pays, qui composent la Commission internationale du mètre. Sa commune adoption peut être considérée désormais comme un fait accompli.

» Il n'en est pas de même de l'unification monétaire. Celle-ci est, à la vérité, tellement distincte de la question des poids et mesures, elle met en jeu des intérêts d'un ordre si différent, les liens qui la rattachent à cette

dernière question sont si légers et la nécessité même de les conserver est tellement discutable, que la Commission internationale du mètre ne paraît pas avoir la moindre intention de s'en occuper.

» Néanmoins, depuis une dizaine d'années, des Conférences monétaires, auxquelles ont pris part des représentants autorisés de presque toutes les nations commerçantes, se sont réunies à plusieurs reprises; mais les discussions qui s'y sont produites, notamment celles de la Commission internationale des poids, des mesures et des monnaies, présidée, en 1867, par notre vénérable doyen M. Mathieu, et de la Conférence monétaire internationale, réunie au Ministère des Affaires étrangères, dans la même année, et dirigée par M. de Parieu, n'ont fait, en définitive, qu'affirmer les nombreuses difficultés que cette question présente; malgré tout l'intérêt qu'elles ont offert, il est absolument impossible d'en dégager un résultat qui puisse conduire à une entente commune.

» Ces débats ont, cependant, mis en relief deux points essentiels sur lesquels l'accord a été à peu près unanime, à savoir : la convenance de chercher dans l'étalon d'or la base des rapprochements monétaires à établir entre les différents États; le vœu que toutes les monnaies soient désormais frappées au titre de neuf dixièmes de fin.

» En ce qui concerne la création d'une monnaie qui doit circuler dans tous les pays, le premier point semble être hors de toute contestation. Il convient, néanmoins, de ne pas oublier que la question, naguère si controversée, de l'étalon unique ou du double étalon, se présente pour nous désormais avec des éléments nouveaux, que nos malheurs ont fait naître, et qui témoignent des avantages que présente parfois l'existence simultanée des deux métaux précieux dans la circulation monétaire d'un pays.

» C'est le vœu concernant le titre de neuf dixièmes de fin que je me propose de discuter. J'estime que le maintien de ce titre est un obstacle sérieux à la création d'une monnaie commune, que ce maintien n'a qu'un intérêt secondaire, et qu'il est possible, avec des alliages d'or convenablement choisis, de produire des pièces décimales de poids, se prêtant mieux que les monnaies actuelles à l'unification monétaire.

» En abordant cette discussion, je ne me fais aucune illusion sur les résultats qu'elle peut avoir : je rencontrerai certainement beaucoup plus de contradicteurs que d'adhérents; aussi, comme je suis attaché depuis longues années à l'Administration des Monnaies, c'est pour moi un devoir strict de déclarer que celle-ci est absolument étrangère à ce travail, dont je revendique seul la responsabilité. L'étude chimique des métaux précieux ne ferait aucun progrès si le respect des titres légaux était un

obstacle aux expériences instituées dans le but de rechercher si, en dehors de ces titres, on ne peut pas produire des alliages convenant aussi bien ou mieux aux usages auxquels ces métaux sont destinés.

» J'ajoute que je n'ai nullement la prétention de proposer une solution du problème si complexe de l'unification monétaire. J'apporte simplement à ceux qui sont chargés de cette tâche quelques faits techniques qui font sortir cette question du domaine exclusif des principes économiques dans lequel elle se trouvait jusqu'à présent confinée.

» Ces réserves étant faites, je reviens à l'exposé de mes études.

» La plupart des nations ont adopté pour leurs monnaies le titre de neuf dixièmes de fin; c'est, comme on sait, l'une des bases de notre système monétaire, notre étalon, le franc, du poids de 5 grammes, contenant pour 1000 parties 900 parties d'argent pur. Si notre monnaie d'or, dont le titre est le même, offrait comme poids une simplicité permettant de la rattacher de près ou de loin au système métrique des poids et mesures, il semble que l'adoption de celui-ci pourrait conduire par une pente naturelle à la création d'une monnaie commune à tous les peuples.

» Mais notre pièce d'or principale, la pièce de 20 francs, pèse $6^{gr},451$; en présence d'un poids aussi peu décimal, on comprend qu'il n'y a pas lieu d'espérer qu'elle puisse servir de base à une entente universelle. Comme, d'ailleurs, aucune pièce étrangère ne se trouve en concordance décimale, soit avec le système métrique, soit avec un système quelconque de poids et mesures basé sur des éléments scientifiques, la question reste sans solution prochaine; elle ne peut être menée à bonne fin qu'à l'aide de compromis et de concessions mutuelles, qu'il semble bien difficile de régler à la commune satisfaction de la science monétaire et de chacune des parties intéressées.

» Trois choses, solidaires entre elles, sont à considérer dans une monnaie : le poids, le titre et la valeur. Je ne parle pas de l'empreinte, qui resterait nécessairement variable dans les différents pays et qui est la garantie légale de son authenticité.

» Faire une monnaie d'or présentant la triple condition d'être décimale de poids, de titre et de valeur, cette valeur étant exprimée en francs d'argent, est un problème dont la solution n'est pas possible. Au point de vue des exigences du système décimal, l'un de ces trois éléments doit être sacrifié aux deux autres.

» Il ne faut pas songer à toucher à la valeur, bien que des esprits éminents aient proposé de la modifier en créant une pièce d'or du poids de 10 grammes, au titre actuel. Cette pièce vaudrait 31 francs. Les législateurs

de l'an III avaient, à la vérité, décrété sa fabrication; mais, comme la première condition à remplir pour faire accepter une pièce nouvelle est qu'elle représente une valeur facile à traduire en monnaie usuelle, c'est-à-dire, à cette époque surtout, en monnaie d'argent, cette pièce de 10 grammes n'a pas vu le jour. Un peu plus tard, on a procédé par assimilation; on a pris pour base le rapport de la valeur de l'or et de l'argent, qui était alors de 15,5 à 1. En partant du franc comme unité, on a créé, par la loi du 7 germinal an XI, la pièce de 20 francs au même titre que la pièce d'argent et à la taille de 155 au kilogramme; de sorte que le kilogramme d'argent monnayé valant 200 francs, le même poids d'or vaut 3100 francs, en faisant entrer dans ces valeurs les frais de fabrication (1).

» L'exploitation des mines d'or de la Californie et de l'Australie a, depuis une vingtaine d'années, complétement modifié le régime monétaire des peuples les plus commerçants. Autrefois rare, l'or est devenu le moyen d'échange, sinon le plus usuel, au moins le plus recherché et le plus apte à remplir les conditions de l'uniformité monétaire (2).

» Le poids d'une monnaie est chose trop importante pour que tout pays en possession du système métrique ne cherche pas à le rendre décimal ou tout au moins assez simple pour que chacun puisse facilement le retenir et le vérifier. Si l'unification qu'on cherche à réaliser avait l'argent pour point de départ ou si le poids des pièces d'or était décimal, il est assez probable que, en raison des relations plus solides qui rattacheraient nos monnaies au système métrique, l'adoption de notre système monétaire par d'autres pays s'accomplirait tôt ou tard; elle aurait lieu surtout par cette raison que la valeur du franc se rapproche déjà, par des relations anciennes et assez simples, de la livre anglaise, du dollar américain, du florin d'Autriche, du rouble de Russie, du reis portugais, etc. Tout changement monétaire, quel qu'il soit, n'est possible qu'autant que la valeur de la monnaie nouvelle diffère peu de celle des monnaies actuellement en circulation. M. Fer-Herzog, auquel on doit des écrits remarquables sur ce sujet, rappelle avec raison que l'histoire nous montre que toutes les innovations monétaires, au lieu d'être des révolutions, n'ont jamais été que des adaptations apportées au régime qui les avait précédées. Ce sont ces motifs qui, avec

(1) Ces frais de fabrication n'étant pas proportionnels à la valeur ($1^{fr},50$ par kilogramme d'argent, et $6^{fr},70$ par kilogramme d'or monnayés), ce rapport de 15,50 à 1 n'est pas rigoureusement exact. Il est en réalité de 15,58 à 1. On sait qu'il a souvent présenté, selon les temps et les pays, des variations bien autrement considérables.

(2) D'après M. S. Ruggles, des États-Unis, de 1851 à 1866 plus de dix milliards en or ont été fabriqués par la France, la Grande-Bretagne et les États-Unis d'Amérique.

le concours de M. Dumas, alors président de la Commission des Monnaies, ont fait proposer la pièce de 25 francs comme étant un premier acheminement vers la création d'une monnaie internationale.

» Examinons maintenant la question du titre. Peut-on le modifier utilement de manière que, la valeur restant la même, le poids de la nouvelle monnaie réponde aux exigences du système métrique?

» Il ne peut venir à l'idée de personne de contester le mérite du titre de 900 millièmes de fin, établi chez nous par la loi du 28 thermidor an III, et qui est aujourd'hui adopté par presque toutes les nations. Les anciennes monnaies étaient plus riches en or, parce que ce métal est d'autant plus facile à travailler qu'il est plus pur; mais les améliorations successives apportées au frappage, d'abord par la substitution du balancier au marteau, puis par le remplacement du balancier par la presse, ont permis de diminuer la proportion du métal précieux, sans descendre néanmoins au-dessous du titre précité. Il faut, d'ailleurs, dans cette question du titre, tenir grandement compte d'un sentiment en quelque sorte instinctif qui a son origine dans les falsifications dont nos monnaies ont été l'objet jusqu'au XVIIe siècle, falsifications auxquelles les rois d'Angleterre et les princes allemands ne sont pas restés étrangers; ce sentiment a conduit à faire admettre que, en dehors de l'appréciation raisonnée de la valeur, les meilleures monnaies doivent être celles dont le titre est le plus élevé.

» Ces souvenirs et les difficultés que présente déjà le monnayage d'un alliage ne contenant cependant qu'un dixième de cuivre, alliage qui devient sec et cassant quand il n'est pas travaillé par des mains très-exercées, expliquent et justifient la préférence que les conférences monétaires ont unanimement accordée au titre de neuf dixièmes de fin. Personne, jusqu'à présent, n'a songé à le modifier : il est comme une arche d'alliance à laquelle il semble interdit de toucher.

» C'est pourtant ce que je me suis proposé de faire, en étudiant quelques alliages nouveaux qui, bien qu'étant à des titres plus bas, m'ont paru propres à fabriquer d'excellentes monnaies.

» Je n'ai pas besoin de faire remarquer que l'emploi de ces alliages ne peut modifier en quoi que ce soit la valeur intrinsèque de ces monnaies. *Chaque pièce contient la même quantité de métal fin que dans le système actuel.* Il n'est nullement question d'imiter ce qui a été fait, en vertu des lois de 1864 et de 1866, pour les pièces divisionnaires d'argent, dont le titre a été abaissé à 835, le poids et la valeur nominale étant conservés. C'est ce qui ressortira clairement des détails que je donnerai ci-après.

» Dans mon opinion, la représentation du titre d'une monnaie par un

nombre décimal, comme le titre de 900 millièmes, n'a pas, à beaucoup près, l'importance qu'on lui attribue. La chose essentielle, c'est que ce titre, une fois fixé, soit vrai, c'est-à-dire représente bien exactement, sans écart de fort ni de faible, la composition légale de la masse monétaire et se maintienne, pour chacune des pièces, dans les étroites limites de tolérance que la loi accorde forcément au fabricant. Aucun soin ne doit être épargné pour atteindre ce but. Le titre est, en effet, l'élément non variable de la monnaie dont le poids et la valeur intrinsèque se modifient par l'usure et qui, après une circulation prolongée, n'est plus qu'un lingot bien titré que l'État rachète et dont la balance fixe le prix.

» Mais le public a-t-il un intérêt sérieux à ce que ce titre soit décimal? Évidemment non. C'est un élément latent, qui échappe à tout contrôle et dont la connaissance n'intéresse que celui qui fabrique la monnaie et celui qui la met au creuset pour la refondre : tant qu'elle circule, le titre est une question de bonne renommée et de confiance. Le moindre doute, fondé ou non, sur son identité peut devenir la cause ou le prétexte de sérieuses perturbations commerciales.

» Cela étant admis, on peut se demander s'il est réellement bien nécessaire de sacrifier la décimalité du poids à celle du titre. En cas de réponse négative, on est conduit à chercher quelle serait la composition d'un kilogramme d'or monnayé dont la valeur, au lieu d'être de 3100 francs au titre actuel, serait, à d'autres titres, de 3000, 2500 ou 2000 francs.

» Il suffit, pour cette recherche, de consulter les *tarifs des matières et espèces d'or et d'argent* qui font connaître la valeur de ces métaux à un titre donné, en ajoutant à cette valeur les frais de fabrication. Ceux-ci sont actuellement chez nous de $6^{fr},70$ par kilogramme d'or à 900 millièmes; ils peuvent être d'ailleurs, sans grand inconvénient, diminués ou augmentés dans une faible mesure.

» Le kilogramme d'or à 3000 francs correspond, dans ces conditions, au titre de 871 millièmes. Plusieurs monnaies anciennes, notamment les onces de Naples, les ducats de don Carlos, les ducats courants de Danemark, les anciens sequins de Tunis présentaient exactement cette composition. Nul doute, par conséquent, qu'un tel alliage ne soit pourvu de qualités monétaires convenables; mais il se prête mal aux coupures, puisque 5 grammes représentent 15 francs, $2\frac{1}{2}$ grammes $7^{fr},50$, etc. J'estime donc qu'il n'y a pas intérêt à s'y arrêter.

» L'alliage à 2500 francs le kilogramme correspond au titre de 725 millièmes, avec 8 francs environ pour les frais de fabrication. Les bijoux qu'on fabrique en France sont au titre de 750, c'est-à-dire à un titre très-voisin;

mais l'addition à l'or du cuivre seul fournit un alliage trop dur pour être travaillé; *l'or rouge* des bijoutiers, qui est l'alliage le plus riche en cuivre, contient toujours une petite quantité d'argent, ordinairement 30 millièmes. Le plus souvent, dans le but de rendre leur métal plus malléable et de lui donner la couleur de l'or fin, les fabricants remplacent une partie du cuivre par un poids égal d'argent, dans la proportion de 100 à 125 millièmes. Pour la monnaie, il conviendrait de tenir compte de la valeur de ce dernier métal, ce qui abaisserait la proportion d'or à 720 millièmes environ.

» Avec cet alliage qui, sans nul doute, fournirait de belles et bonnes monnaies, la pièce de 25 francs pèserait 10 grammes; ainsi elle aurait sensiblement la valeur de la livre anglaise, l'une des pièces d'or les plus répandues; cette considération a son importance. La pièce de 20 francs pèserait 8 grammes, celle de 5 francs 2 grammes.

» Sauf la complication résultant de l'addition de l'argent, complication qu'on arriverait peut-être à écarter par l'emploi d'autres métaux d'une moindre valeur, cet alliage se prêterait assez bien aux divisions monétaires.

» Le métal à 2000 francs le kilogramme est celui que j'ai étudié avec le plus de soin. Il contient 580 parties d'or pour 1000 parties, avec 6fr,57 pour les frais de fabrication. Le prix de l'or à ce titre est, en effet, tarifé à 1993fr,43 le kilogramme.

» Ce titre, comparé aux titres actuels, est très-bas. C'est à très-peu près néanmoins celui de l'or à 14 carats, qui dans presque toute l'Allemagne, en Angleterre et en Hollande, est usité pour la bijouterie. Les produits de ces pays ne diffèrent guère des bijoux français pour l'aspect et pour l'usage, et il ne paraît pas qu'ils y soient beaucoup moins recherchés.

» En admettant qu'un tel métal présente les qualités monétaires désirables, on est séduit par les relations de poids et de valeur qu'il présente avec l'argent, relations qui sont aussi simples, aussi décimales qu'il est possible de le désirer.

» On a, en effet, le rapport de 10 à 1, soit :

		Or.	Argent.
1000gr	valant en pièces monnayées...	2000 francs	200 francs
10	»	20 »	2 »
5	»	10 »	1 »
2,5	»	5 »	0,50

» Mais ces qualités existent-elles? Les expériences que je vais rapporter permettent de le supposer.

» A la suite des tentatives infructueuses faites dans le but d'obtenir, avec

l'or et le cuivre seuls, un alliage binaire malléable, d'une belle couleur et d'une bonne conservation, j'ai préparé un alliage *ternaire* en remplaçant par le zinc une faible partie du cuivre. J'avais constaté antérieurement, dans un travail publié en 1864, les bons résultats que produit l'addition du zinc à divers alliages d'argent et de cuivre; ce métal les rend plus malléables et plus homogènes.

» Mais rien n'indiquait qu'il dût en être de même pour l'or; loin de là, les seules expériences connues, celles de Hatchett et de Cavendish, exécutées au commencement de ce siècle à la Monnaie de Londres, semblent établir que le zinc détruit la ductilité de l'or; en effet, après avoir décrit les expériences au nombre de cinq, exécutées dans le but d'obtenir des matières malléables, Hatchett conclut en ces termes :

« Il est donc évident que le zinc détruit la ductilité de l'or; qu'on le fait aisément abandonner ce dernier métal à l'aide de la chaleur; qu'alliant une grande masse d'or au zinc, dans des proportions convenables, une partie seulement de ce métal se volatilise promptement, tandis que, en opérant sur de petites quantités, le zinc se sépare entièrement et l'or reste pur. Lorsque le zinc est d'abord combiné au cuivre dans l'état de laiton, il n'est pas aussi aisément séparé à l'aide de la chaleur que lorsqu'il est ajouté à l'or par la fusion, parce que l'or en fusion absorbe et retient une partie du zinc, quand il est exposé à la vapeur de ce dernier métal, même dans des vaisseaux ouverts. »

» D'après mes expériences, ces résultats sont exacts pour les alliages qui contiennent beaucoup d'or. J'ai observé, en effet, que, même pour le titre de 725 millièmes, l'addition de 50 millièmes de zinc donne un métal plus aigre que ne le fait le cuivre seul; mais il en est tout autrement pour l'or à 580 ou à 600 millièmes. Avec 50 à 70 millièmes de zinc, le métal qui, avec le cuivre seul, est dur et cassant, devient malléable et acquiert en même temps la couleur de l'or à titre élevé. Quant à sa conservation et à sa résistance à l'action de l'air, de l'eau, des acides faibles, etc., j'ai lieu de penser qu'elles seront les mêmes que pour les monnaies actuelles, surtout après la *mise en couleur* qui développe à la surface de l'alliage une couche mince de métal précieux. Ce n'est d'ailleurs que l'expérience qui peut résoudre cette question; mais, à son défaut, il est permis de présumer qu'un alliage contenant environ 60 pour 100 de métal inoxydable ne doit pas s'altérer quand il est employé sous forme de monnaie. C'est, d'ailleurs, au soufre et à ses composés, conformément à l'opinion de mon confrère et ami M. Henri Sainte-Claire Deville, qu'il faut surtout attribuer l'altération plus ou moins rapide des métaux; on sait que le zinc a très-peu d'affinité pour le soufre, et qu'il protége même les alliages contre l'action destructive de ce dernier corps.

» J'ai dit que cet abaissement du titre par addition d'alliage ne diminue en rien la valeur intrinsèque de la monnaie. Pour écarter toute hésitation à cet égard, je dois donner quelques détails sur les procédés mis en pratique pour obtenir les échantillons que je mets sous les yeux de l'Académie. Ils proviennent tous de pièces de 20 francs qu'on a fondues avec des quantités de cuivre et de zinc telles que le poids de la matière obtenue représente 10 grammes par pièce employée.

» Le zinc est introduit sous forme de laiton ou d'alliage de cuivre et de zinc préalablement analysé. Ce dernier mode d'opérer doit être préféré, attendu que le laiton du commerce contient le plus souvent un peu de plomb, qui pourrait nuire à la ductilité de l'alliage obtenu. Employé dans ces conditions et toujours en très-petite quantité, le zinc ne se volatilise pas sensiblement; car on retrouve, à très-peu près, sous forme de culot, le poids des matières employées. Je ne nie pas, cependant, que l'emploi d'un métal volatil ne soit un obstacle assez sérieux à la production d'un alliage d'une composition bien exacte; mais je suis également convaincu qu'une pratique suffisamment prolongée ferait justice de cette difficulté.

» Pour la fonte, on introduit dans le creuset au-dessus des métaux quelques fragments de charbon de bois pour empêcher leur oxydation partielle.

» Voici le détail de quelques-unes de ces expériences :

N° 1.	Pièce de 20 francs	6^{gr},450
	Laiton (à 33 pour 100 de zinc)	2,000
	Cuivre	1,550
		10,000

Culot malléable, d'une bonne couleur d'or.

N° 2.	Pièce de 20 francs	6^{gr},456
	Alliage de cuivre contenant 65 pour 100 de zinc	0,894
	Cuivre	2,650
		10,000

Bouton malléable, transformé en une lame mince sans recuit préalable.

N° 3.	Pièce d'or de 20 francs	6^{gr},450
	Alliage du n° 2	0,746
	Cuivre	2,804
		10,000

Le déchet a été de 0^{gr},015, le culot a été laminé; une seconde fonte a amené une perte totale de 0^{gr},020.

N° 4.	10 pièces d'or	64gr,515
	Alliage du n° 2	9,230
	Cuivre	26,255
		100,000

La matière a été coulée dans une lingotière en fonte; le petit lingot, d'une épaisseur de 8 millimètres, a fourni, après recuit, une lame de 3 millimètres.

» La composition de ces alliages ternaires est la suivante :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.
Or	580	581	580	580
Cuivre	354	361	372	360
Zinc	66	58	48	60
	1000	1000	1000	1000

» La densité de ces alliages est représentée par 12,8; celle de l'or à 900 millièmes par 17,1.

» Un ou deux centièmes de zinc en plus ou en moins modifient d'une façon remarquable la couleur de ces produits. Ainsi la différence entre le n° 1 et le n° 3 est inférieure à 2 pour 100; le premier est d'une nuance beaucoup plus jaune, ainsi qu'on en peut juger par l'examen des deux pièces frappées que je présente à l'Académie. La pièce la plus jaune, dont la couleur n'est pas acceptable dans la pratique, n'a été faite que pour montrer cette différence.

» Avec 10 à 12 pour 100 de zinc, la matière devient cassante et prend la teinte de l'or vert des bijoutiers.

» En substituant l'argent au zinc dans des proportions égales, l'or est jaune clair et ressemble, pour la couleur, au métal qu'on employait vers 1815 pour fabriquer les monnaies d'or. Avec 60 millièmes d'argent, il est ductile; avec 30 millièmes seulement, sa malléabilité est beaucoup moindre.

» L'étain, quoique bien plus ductile que le zinc, ne peut nullement remplacer ce dernier métal. Une pièce de 20 francs, fondue avec 0gr,600 d'étain et 2,960 de cuivre, a fourni un culot très-aigre, d'une couleur gris jaunâtre.

» Je résume, en terminant, les expériences qui précèdent et les conséquences qu'on en peut tirer :

» Avec des alliages ternaires au titre de 725 ou de 580 millièmes environ, il est possible de fabriquer une monnaie décimale de poids, ayant probablement les qualités qu'on recherche dans les pièces d'or qui circulent actuellement, et conservant toute leur valeur. Quoique personne assurément ne puisse songer à introduire inopinément une telle modifica-

tion dans nos habitudes monétaires, il est néanmoins permis de rechercher, avec un sentiment purement platonique, quels sont les avantages que pourrait offrir une telle monnaie, au titre de 580 millièmes, par exemple.

» Dans ce but, il est d'abord nécessaire d'établir les conditions que doit remplir une bonne monnaie. D'après Mongez, qui fait autorité sur ces questions, les matières à employer dans ce but doivent jouir des propriétés suivantes :

» 1° Avoir le plus grand poids sous le moindre volume ; 2° pouvoir se subdiviser facilement ; 3° se conserver le plus longtemps sans altération ; 4° pouvoir changer le plus souvent de forme en éprouvant la moindre perte ; 5° être les moins abondantes dans les pays où se fait le commerce.

» A ces caractères sagement formulés, il convient peut-être d'ajouter le suivant : l'or, l'argent et le cuivre doivent conserver dans les alliages monétaires les propriétés essentielles du métal prédominant, lequel donne à la monnaie son nom et sa valeur. On doit éviter de faire avec l'or des pièces qui n'auraient pas la couleur de ce métal, avec l'argent des pièces qui auraient l'aspect du cuivre, ainsi que cela est arrivé pour certaines monnaies de billon et même avec le cuivre des pièces en alliages blancs, et qui seraient dépourvues des caractères d'altération qui assignent à ce métal son degré d'infériorité dans l'échelle monétaire.

» En admettant que l'alliage d'or au titre indiqué ci-dessus remplisse ces diverses conditions, on est en droit de rechercher également quels sont les motifs qu'on peut faire valoir pour les repousser, en dehors des considérations morales et des habitudes dont j'ai parlé et qui suffisent, d'ailleurs, pour écarter, quant à présent, une modification de titre aussi considérable. J'avoue que je n'ai pas su en trouver de bien sérieux.

» Quant aux avantages qui résulteraient de leur adoption, j'indiquerai les suivants :

» 1° Le poids devenu décimal rattacherait cette monnaie au système métrique.

» 2° Le volume des pièces étant notablement augmenté, celles-ci seraient d'un usage plus commode. Lorsque la circulation métallique était plus active, on se plaignait de la dimension de la pièce de 5 francs qu'on trouvait trop grande en argent et trop petite en or.

» 3° Ces 10 grammes d'or, valant 20 francs, en limitant leur rôle à celui de monnaie internationale, n'entraîneraient pas la refonte des pièces existantes ; ils pourraient circuler avec ces dernières sans qu'il y ait confusion ; il suffirait de donner aux nouvelles pièces une épaisseur un peu plus grande.

» 4° A surface et à dureté égales, elle perdrait moins par l'usure.

» 5° Enfin, comme elle ne ressemble à aucune des monnaies en circulation, elle laisserait à l'écart ces susceptibilités nationales qui sont aussi l'un des écueils de l'unification monétaire. »

M. d'Abbadie, après avoir entendu la lecture de la Note de M. Peligot, s'exprime comme il suit :

« Mon savant confrère a si bien étudié la matière, que j'approuve tout ce qu'il dit. Sous un point de vue qu'il a négligé, je ferai toutefois des réserves sur la quantité de 10 grammes d'or déjà proposée comme unité monétaire universelle. Elle est bien choisie comme un peu supérieure à la livre sterling si largement employée aujourd'hui, car la valeur relative de la monnaie va toujours en diminuant; par conséquent on a un avantage réel à se servir d'une unité plus forte, pour les grosses sommes surtout, pour énoncer, par exemple, les diverses parties d'un budget national. Il suffirait que les divers pays qui ont adopté aujourd'hui le système décimal s'entendissent pour accepter comme unité internationale 10 grammes d'or sous un nom unique, celui de *grammet*, par exemple.

» La nature fractionnaire de cette unité nouvelle par rapport aux monnaies existantes ne serait pas une objection, car cette monnaie servirait d'abord et surtout comme monnaie de compte. Pendant un temps et jusqu'à ce que son usage devînt général, elle n'aurait pas besoin d'être monnayée en une pièce d'or effective. Deux exemples font voir que cette proposition n'a rien qui contrarie la nature des choses: en effet le marc banco, valant $1^{fr},70$ environ, employé à Hambourg dans les comptes écrits, est éminemment fractionnaire par rapport aux monnaies usuelles de la même région. Ce marc n'a pas été monnayé; il en a été de même et pendant des siècles pour la livre sterling anglaise représentant une livre en poids d'argent. Cette monnaie n'a eu une existence palpable que de nos jours, à partir de 1817 et a détrôné aisément, en Angleterre même, la guinée, pièce d'or employée depuis cent-quarante ans et ayant la valeur fractionnaire $1^{liv}1^{s}9^{d}$.

» Ce n'est pas une idée pratique de proposer une monnaie nouvelle intermédiaire aux pièces si diverses en usage aujourd'hui, et qui pourrait se rapprocher plus ou moins des valeurs actuellement usitées en différents pays. Les propositions de ce genre rappellent ce ridicule pied, dit décimal, égal au $\frac{1}{3}$ du mètre et qui a retardé inutilement, en France même, l'établissement général du mètre dont on se trouve si bien aujourd'hui. En

fait d'unités à proposer, il vaudra toujours mieux passer franchement d'un système à un autre. Les mesures transitoires ne servent qu'à ajouter une confusion nouvelle à la diversité des monnaies actuelles, car on veut surtout la détruire par l'adoption d'un étalon unique.

» Il est à présumer que tous les pays du monde se rallieraient à l'idée si simple de 10 grammes d'or comme unité fondamentale, et chacun la convertirait à sa guise en valeur de monnaies locales. L'usage de l'unité nouvelle étant établi peu à peu avec le temps et sans frais, on sentirait ensuite le besoin de la monnayer. La pièce serait d'une dimension commode: on y inscrirait les mots 10 *grammes d'or fin.* Au besoin, et en combinant les alliages, on s'arrangerait pour donner à la pièce nouvelle le poids d'un nombre rond de grammes; mais il est rare qu'on ait besoin de la monnaie pour peser : il serait d'ailleurs aisé de réserver ce rôle aux monnaies divisionnaires d'argent, de cuivre ou d'autres métaux, et dans ce but on inscrirait aussi sur ces monnaies la mention de leurs poids. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours pour l'un des grands prix des Sciences physiques à décerner en 1873 (Histoire des phénomènes génésiques qui précèdent le développement de l'embryon, chez les animaux dioïques dont la reproduction a lieu sans accouplement).

MM. Milne Edwards, Coste, Robin, de Quatrefages, Blanchard réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cl. Bernard, de Lacaze-Duthiers.

L'Académie procède, par la voix du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours pour un autre grand prix des Sciences physiques à décerner en 1873 (Étude de la fécondation dans la classe des Champignons).

MM. Brongniart, Duchartre, Decaisne, Trécul, Tulasne réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Robin, Cl. Gay.

RAPPORTS.

VITICULTURE. — *Rapport sur les études relatives au* Phylloxera, *présentées à l'Académie par MM.* Duclaux, Max. Cornu *et* L. Faucon.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Duchartre, Blanchard, Dumas rapporteur.)

« La situation des contrées vinicoles de la France, atteintes par le *Phylloxera*, mérite plus que jamais l'attention de l'Académie. Après un temps d'arrêt, qui l'an dernier avait pu faire naître quelques espérances ou justifier certaines illusions, elle semble s'être aggravée. En ce moment même, les divers observateurs qui suivent avec autant de soin que d'anxiété les progrès de ce mal dans le Midi se montrent alarmés et n'envisagent l'avenir qu'avec trouble. La Commission que vous aviez chargée d'examiner les travaux qui vous ont été soumis à ce sujet a pensé qu'elle devait, en conséquence, vous faire connaître les résultats actuels des études entreprises sous sa direction. La campagne qui s'ouvre permettra de les poursuivre et d'en développer les conséquences.

» Votre Commission s'était proposé :

» 1° De rechercher le lieu d'origine de l'apparition du *Phylloxera* et de fixer l'étendue des points où sa présence avait été signalée dans chacune des années qui ont suivi celle où il s'est montré pour la première fois;

» 2° De préciser la place qui lui appartient parmi les insectes et de reconnaître ses habitudes;

» 3° De constater le genre de dommages que les tissus de la vigne en éprouvent;

» 4° De contrôler les effets produits par les divers moyens préventifs ou curatifs qui ont été proposés ou mis en usage.

» L'Académie sait que le *Phylloxera vastatrix*, autrefois inconnu des vignerons et même ignoré des naturalistes, a fait sa première apparition en France en 1865. On s'accorde à le considérer comme identique avec le *Pemphigus vitifoliæ*, découvert en Amérique en 1854. Nous n'avons pas à nous prononcer sur l'identité de ces deux parasites, dont l'un, le *Phylloxera vastatrix*, vit sous terre, s'attache aux racines de la vigne, et détruit le cep dont il s'est emparé; tandis que l'autre, le *Pemphigus*, vivant en plein air, s'attache aux feuilles, y produit des galles nombreuses, dans l'intérieur desquelles il se développe et pond ses œufs, mais sans causer un mal sensible au sujet dont il se nourrit.

» Le *Phylloxera vastatrix* des racines n'est-il qu'une variété aérienne du *Pemphigus*, venue d'Amérique en France et ayant changé ses habitudes? C'est une question grave, dont la solution ne paraît pas suffisamment acquise à quelques-uns des savants qui ont étudié le sujet, quoique pour d'autres elle paraisse résolue. Nous verrions avec intérêt qu'elle fût examinée à fond, sur les lieux, en Amérique même, par une mission spéciale. Quant à présent, elle nous a semblé pouvoir être ajournée, soit parce que nous manquons d'éléments, soit surtout parce que la forme souterraine du *Phylloxera* étant la seule que l'on observe en France, pour ainsi dire, et les ravages dont nous souffrons devant tous lui être attribués, les habitudes de cette variété, les moyens d'arrêter sa marche ou d'en délivrer les vignes atteintes, fixent exclusivement l'attention.

» M. Duclaux, l'un des délégués de l'Académie, s'est livré avec le plus grand zèle à l'étude de la marche du fléau, depuis l'année 1865, où sa présence était bien constatée à Pujaut, près de Roquemaure, dans le département du Gard, jusqu'en 1872, inclusivement. Huit cartes qui accompagnent son Mémoire font connaître l'étendue exacte des terrains où chaque année la présence du *Phylloxera* a été signalée. Ce travail de Statistique et de Géographie agricole était indispensable tant pour fixer, pendant qu'on le pouvait encore, le souvenir des tristes circonstances qui ont détruit les vignes d'un grand nombre de localités, que pour permettre de saisir les caractères que l'invasion a suivis dans sa marche.

» Elle s'étend, autour des points attaqués, comme une tache d'huile sur une feuille de papier. L'insecte n'abandonne un vignoble qu'après l'avoir anéanti. En outre, autour de la circonférence des terrains envahis, il envoie des avant-gardes, qui se signalent à quelque distance par points isolés d'abord, mais ceux-ci, s'élargissant peu à peu, finissent par se réunir aux régions anciennement atteintes.

» La propagation du fléau s'effectue : dans les terrains fissurés, sous terre, par le voyage de racine à racine et à la surface du sol d'une fissure du terrain à l'autre; à travers l'air, par les vents qui emportent la poussière mêlée des *Phylloxera* en marche ou même des *Phylloxera* à forme ailée. Les terrains argileux qui se fendillent par la sécheresse sont les plus accessibles aux *Phylloxera*. Les terrains calcaires ou sablonneux résistent mieux à l'invasion et protégent mieux les racines de la vigne, en se moulant sur elles.

» M. Max. Cornu, également délégué de l'Académie, a complété cette large étude géographique et statistique, en dressant la carte des parties du

Bordelais sur lesquelles le *Phylloxera* s'est confiné jusqu'à présent. Elles ont heureusement peu d'étendue; le mal n'y a pas pris jusqu'ici une intensité inquiétante. Cette situation justifie même l'optimisme de ceux qui considèrent le *Phylloxera* comme un danger peu redoutable pour les crus de la Gironde, si elle ne suffit pas pour rassurer les pessimistes qui se croient menacés d'un triste réveil et d'une irruption foudroyante, comme celle dont le département de Vaucluse a été la victime.

» M. Max. Cornu s'est livré, dans le Bordelais, à une étude attentive du *Phylloxera* des feuilles. Son Mémoire renferme une anatomie délicate des transformations que le tissu de la feuille de vigne éprouve sous l'influence de l'insecte qui trouve sa nourriture dans ses sucs et une retraite dans la cavité de la galle développée autour de lui.

» Il a soumis à un examen également attentif, les racines des vignes attaquées par le *Phylloxera;* il fait connaître les changements que leurs tissus éprouvent sous l'action de l'insecte, surtout en ce qui concerne les radicelles qu'on voit se couvrir de nodosités. Son Mémoire est accompagné de dessins nombreux reproduisant les divers états de la racine saine ou malade.

» Notre délégué ayant eu naturellement l'occasion d'étudier sur place le *Phylloxera* lui-même, a été amené à faire ressortir l'un des points les plus intéressants de son histoire, du moins sous le rapport des pratiques agricoles. Le *Phylloxera*, comme la plupart des insectes, passe l'hiver dans l'immobilité. Il se fixe, pour hiberner, ordinairement sur les racines, quelquefois dans les fissures de quelque pelotte de terre profondément enfouie. C'est là qu'il attend, inerte, le premier printemps. Alors, il se réveille, éprouve une mue, abandonne son enveloppe et en sort sous la forme d'un insecte mou, jaune clair, qui se meut et qui va se fixer sur la racine de la vigne, où on le voit grossir. Bientôt celui-ci pond à son tour, et se trouve entouré d'œufs et de petits qui en éclosent. Ces derniers sont jaunes, très-agiles et ne tardent pas à s'attacher sur quelque racine, où ils grossissent et où ils pondent aussi des œufs féconds, sans avoir eu de rapports avec aucun mâle, car le *Phylloxera* mâle n'est pas connu.

» Ainsi, comme le fait remarquer M. Max. Cornu, il y a un moment, au premier printemps, où le *Phylloxera* qui vient de subir sa mue se présente mou, agile et actif; il est seul de son espèce alors, car tous les œufs de l'année précédente sont éclos ou détruits et les nouveaux œufs ne sont pas encore pondus.

» Or, les œufs du *Phylloxera* ont une enveloppe résistante et ne jouissent

que d'une vie latente. Les tuer n'est pas facile. Il en est de même des *Phylloxera* en hibernation ; ils ont une enveloppe assez résistante et une vie si peu active que les moyens d'agir sur eux, à cet état, sont très-bornés. Il n'en est plus ainsi du *Phylloxera* jaune, mou, sortant de mue et cherchant sa nourriture pour se préparer à la ponte. Celui-ci est tué par les agents les plus variés.

» En effet, votre rapporteur a reconnu que ce *Phylloxera* mou du premier printemps, résiste très-peu de temps à l'immersion même dans l'eau pure ; il se gonfle et meurt. L'étincelle électrique le tue, même quand il est éloigné de son trajet, sans le déformer (1). Une température de 50 à 60 degrés le fait périr en quelques minutes. Aussi ne résiste-t-il, pour ainsi dire, à aucun réactif. On est donc autorisé à recommander, avec M. Max. Cornu, les premiers jours d'avril comme un moment favorable à la destruction du *Phylloxera*. A cette époque, l'eau chaude ou l'eau chargée de quelque agent toxique pourrait être utilement versée au pied du cep ou injectée dans le sol autour de la souche, au moyen d'une pompe foulante adaptée à un ou plusieurs de ces tubes, dont M. Faye recommande l'emploi, et qui servent au forage des puits instantanés. On agirait ainsi directement sur les insectes atteints par le liquide ; indirectement et en empoisonnant le sol sur ceux qui, sortis de l'œuf, très-agiles, vont çà et là et même au loin chercher leur gîte et leur nourriture.

» Lorsqu'il s'agit de se débarrasser d'un insecte qui attaque les parties délicates des organes soit aériens, soit souterrains, d'un végétal, le problème à résoudre consiste à trouver un procédé qui fasse périr l'animal, en respectant la vie de la plante. Il est évident que moins l'animal sera susceptible de résistance et plus il sera facile de trouver un agent qui puisse l'attaquer sans nuire au végétal qui le supporte.

» Tel procédé ou tel agent qui atteindrait la plante avant de tuer le *Phylloxera* hibernant, le *Phylloxera* très-développé ou les œufs non éclos, sera capable, au contraire, même après avoir été atténué au point de devenir innocent pour les racines de la vigne, de faire périr les *Phylloxera* nus, mous et éveillés du premier printemps. Il semble que, à ce moment et dans les conditions énoncées plus haut, les dissolutions sulfurées, l'eau de

(1) Les pucerons pris sur le rosier, la matricaire, etc., résistent, au contraire, à l'étincelle électrique, dès qu'ils ne sont pas placés dans le trajet direct. Ceux qui en sont un peu éloignés restent frappés de stupeur, mais se remettent peu à peu ; ceux qui sont exposés à l'action directe sont desséchés et déchirés.

goudron phénique, l'infusion de tabac, la décoction de *quassia amara*, la dissolution de sulfate de cuivre, etc., auraient des probabilités de succès sérieuses. On croit donc pouvoir appeler l'attention expresse du vigneron sur cette époque où, pendant quelques semaines, tout ce qu'il tentera aura chance de réussir : labours, qui en retournant le sol exposeront l'insecte à mourir desséché; arrosages insecticides qui pourront l'atteindre dans son gîte; poisons répandus sur le sol qu'il devra parcourir pour se déplacer, ou dans les fissures qui lui servent de chemin pour ses migrations.

» Quelques informations autoriseraient à supposer que l'emploi des insecticides, si souvent sans résultat et parfois efficace cependant, doit ces succès intermittents au choix fortuitement favorable du moment de leur application.

» En appliquant à cette époque le procédé de submersion totale de la vigne, recommandé par M. Faucon, qui a tant contribué à la connaissance du *Phylloxera*, ne pourrait-on pas en abréger la durée, diminuer la quantité d'eau qu'il exige et répondre aux objections qu'on lui oppose encore quelquefois?

» M. Faucon conseille, en effet, de maintenir en état de submersion pendant tout l'hiver les vignes qu'on veut guérir ou garantir du *Phylloxera*. Quoique ses vignobles aient été débarrassés de l'insecte par ce procédé et que leur vitalité n'ait pas semblé en souffrir, l'emploi prolongé de ce bain, revenant tous les ans, n'est pas sans inspirer une certaine inquiétude aux propriétaires de vignobles d'élite qui auraient un grand intérêt à s'en servir (1). Ils se demandent si la vigne pourrait résister indéfiniment à un traitement de cette nature. Personne, mieux que M. Faucon, n'est en mesure de tenter l'expérience que nous proposons. Il lui suffirait de réserver une parcelle des vignes qu'il a l'habitude de noyer tous les ans et de la soumettre comparativement à une submersion bornée à un mois ou six semaines aux approches du printemps. Elle paraît devoir suffire pour tuer le *Phylloxera* et elle n'offrirait pas le même danger pour la vigne, si tant est qu'il y ait danger.

» Il semble, en effet, que le *Phylloxera* ne peut nuire à la vigne pendant l'hiver, et qu'il n'y a pas lieu de chercher à le faire périr au moment qu'il entre en hibernation ou pendant qu'il y est plongé, puisqu'il se loge indif-

(1) La Commission ne partage pas ces inquiétudes; aussi a-t-elle vu avec un vif intérêt les efforts tentés par M. l'inspecteur général Jules François et par un habile ingénieur M. Aristide Dumont, pour donner au midi de la France de puissants canaux d'irrigation

féremment, pour passer cette saison, sur l'écorce fraîche de la vigne où il pourrait s'alimenter, sur l'enveloppe subéreuse et sèche, qui n'est pas dans le même cas, comme on va le voir, ou même sur une motte de terre quelconque. Tout porte à croire que pendant l'hiver l'insecte n'est pas nuisible; que c'est au printemps seulement qu'il commence à le devenir, et que c'est à ce moment expressément indiqué, quand il devient dangereux et qu'il est accessible aux agents destructeurs, soit au repos, soit dans ses pérégrinations, qu'il convient d'agir pour le détruire.

» On vient de signaler l'enveloppe brune de la racine de vigne comme étant peu propre à fournir les éléments nutritifs dont l'insecte aurait besoin si, pendant l'hiver, sa vie était active. C'est ce qui résulte, entre autres considérations, des recherches auxquelles votre rapporteur s'est livré sur la constitution chimique des diverses parties de la racine de la vigne. Il était nécessaire, en effet, puisque c'est sur la racine que le *Phylloxera* se fixe et que c'est à ses dépens qu'il se nourrit, de rechercher avec quelque précision comment y sont distribués les éléments organiques ou minéraux.

» Votre rapporteur, qui aurait voulu pouvoir faire davantage, a soumis personnellement à l'analyse des racines saines et des racines phylloxérées, prises vers la fin de l'hiver aux environs de Montpellier. Il continue avec dévouement ces études sur des racines récemment recueillies dans les mêmes localités, et il se propose de les renouveler plusieurs fois pendant le cours de la saison. Il se contentera de marquer, en ce moment, les traits généraux de son travail, dont les détails précis seront mis plus tard complétement sous les yeux de l'Académie.

» On distingue trois régions principales dans la racine de la vigne : 1° la partie centrale ou corps ligneux, avec ses rayons médullaires plus ou moins développés; 2° l'écorce qui en est séparée, en dedans, par la couche génératrice, et 3° une enveloppe extérieure, subéreuse, en couches plus ou moins épaisses, interrompues, brunes, sèches et cassantes.

» Le corps ligneux est facile à isoler. Il en est de même de l'enveloppe subéreuse : quant à l'écorce proprement dite, il est difficile de l'enlever sans emporter, en partie au moins, avec elle la couche génératrice et la pellicule subéreuse très-mince encore adhérente à la surface extérieure.

» Le corps ligneux central de la racine offre deux régions distinctes, celle qui est occupée par le tissu ligneux et celle qui correspond aux rayons médullaires. Dans l'écorce et dans l'épaisseur des rayons médullaires, on aperçoit des raphides en masses oblongues, isolées, dont, pour les dernières au moins, le grand axe est dirigé dans le sens du rayon. Ces masses

sont formées de paquets de raphides en longs cristaux rangés parallèlement comme le sont des allumettes en paquets; leur abondance les signale à l'attention.

» A l'aspect, il était permis de considérer ces raphides comme étant formées d'oxalate de chaux, ce qui est le cas ordinaire. Pour mettre ce point hors de doute, il a suffi de faire bouillir avec de l'eau des copeaux du corps ligneux tiré des racines de vigne. Les raphides entrent en suspension dans l'eau et peuvent être recueillies sur un filtre. Le carbonate de soude en dissolution bouillante les convertit en carbonate de chaux et se transforme en oxalate de soude. Les raphides de la racine de la vigne consistent donc réellement en longs cristaux d'oxalate de chaux.

» Résumons maintenant les résultats constatés, quant à la nature des produits solubles dans l'eau bouillante, contenus dans ces matériaux des trois régions de la racine, et quant aux éléments solubles ou insolubles qu'on rencontre dans les cendres que chacun d'eux laisse par la combustion.

» *Produits solubles dans l'eau bouillante.* — *a.* La dissolution aqueuse des principes cédés par le corps ligneux de la racine ne contenait ni amidon, ni glucose.

» Une tranche du corps ligneux de la racine coupée perpendiculairement à l'axe et plongée dans de l'eau d'iode acidulée par l'acide sulfurique ne prenait en effet dans aucun de ses points la teinte bleue caractéristique de la présence de l'amidon.

» L'eau, qui avait bouilli sur les parties ligneuses de la racine, prenait une consistance mucilagineuse : elle la conservait après la filtration. L'alcool en précipitait une matière blanche, filamenteuse, qui n'a pas encore été complétement étudiée.

» Évaporé à sec dans le vide et à froid, ce liquide laissait un résidu gommeux, se détachant en esquilles et ne contenant pas de glucose.

» *b.* L'écorce donnait par l'ébullition avec l'eau un liquide très-visqueux, filtrant difficilement, contenant fort peu de raphides qui semblaient y être accidentelles, mais fournissant en abondance, par l'alcool, le précipité blanc et filamenteux que la partie ligneuse de la racine contenait en petite quantité. La présence du glucose se manifestait par les réactions connues; il était abondant. Évaporée dans le vide, la liqueur laissait un résidu gommeux, contenant beaucoup de glucose et attirant l'humidité de l'air.

» L'écorce présentait de petits amas d'amidon, en grains rares, situés dans le prolongement de la base des rayons médullaires.

» *c.* L'enveloppe brune et subéreuse de la racine colorait l'eau bouillante

en jaune brun et ne fournissait ni raphides, ni glucose, ni matière filamenteuse précipitable par l'alcool.

» *Cendres.* — Une analyse attentive des matières minérales constituant les cendres des diverses parties de la racine a conduit aux résultats suivants :

» *a'*. La partie ligneuse de la racine fournit environ 5 pour 100 de cendres, consistant en carbonate de chaux et de magnésie et en phosphate de chaux. Les sels solubles y figurent pour un demi-centième et même davantage.

» *b'*. L'écorce donne 10 à 11 pour 100 de cendres également formées de carbonate de chaux et de magnésie, de phosphate de chaux et de sels solubles qui s'élèvent presque à 1 pour 100.

» *c'*. La partie subéreuse brune qui entoure la racine, abstraction faite du sable caché dans ses fissures, bien desséchée à 100 degrés, fournit 8 à 9 pour 100 de cendres, qui consistent en carbonate de chaux avec très-peu de phosphate de chaux, peu ou point de magnésie et un demi-millième, au plus, de sels solubles.

» *Sels solubles des cendres.* — Les sels solubles présentent quelques particularités dignes d'attention.

» La partie subéreuse de la racine n'offre qu'une trace de ces sels; ils ne contiennent ni chlore, ni acide phosphorique, ni chaux, et à peine une trace de potasse; mais l'acide sulfurique et la magnésie y figurent en quantités qui autorisent à regarder le sulfate de magnésie comme leur principal élément.

» Dans les sels solubles de la partie ligneuse, on trouve bien quelques traces de chlore et de chaux; mais la masse de ces sels paraît consister en phosphate de potasse et sulfate de magnésie, ou du moins en acides phosphorique et sulfurique; en magnésie et potasse. Il y a toujours un peu de carbonate de potasse.

» L'écorce présente les mêmes sels. L'absence de la chaux et la faible proportion de chlore s'y font également remarquer. La potasse et la magnésie, l'acide phosphorique et l'acide sulfurique en sont les principes prédominants; il y a toujours aussi des traces de carbonate de potasse.

» Les mêmes sels, solubles ou insolubles, se rencontrent dans les racines qu'on m'avait données comme saines et dans les racines malades. Toutefois la magnésie diminue ou disparaît presque des sels solubles dans quelques cas.

» Au moyen des données qui précèdent, nous pouvons apprécier maintenant le rôle de chacune des parties de la racine de la vigne dans l'alimentation du *Phylloxera*.

» Évidemment il ne peut rien trouver à sa convenance dans la partie brune de l'écorce; elle ne contient rien de nutritif.

» Il ne peut demander sa nourriture à la partie ligneuse de la racine; elle est située trop profondément.

» C'est dans le tissu au milieu duquel se trouvent disséminées les fibres de l'écorce, que le *Phylloxera* peut trouver l'aliment dont il a besoin. Or nous venons de voir que cette partie de la racine, la seule qui contînt encore de l'amidon, au printemps, est aussi celle qui renfermait le plus de matière plastique soluble, le plus de glucose, le plus de sels solubles et en particulier l'acide phosphorique et la potasse, c'est-à-dire tous les éléments que la vie animale réclame.

» On est donc conduit à penser que le *Phylloxera*, qui a trouvé un abri sous la partie brune de la racine, trouve son aliment dans l'écorce, dont il percerait les utricules externes pour sucer les liquides contenus dans les tissus plus profonds qui en font partie.

» Il est facile de voir que les racines attaquées par le *Phylloxera* souffrent surtout dans leur écorce qui se colore en rouge et se désagrége. La coloration marche de la circonférence vers le centre avec une rapidité qui étonne, l'effet paraissant bien grand pour une cause aussi petite que la présence de quelques menus insectes. On a peine à croire, en voyant ce progrès rapide, que l'action du *Phylloxera* se borne à épuiser la plante, dans le sens vague de ce mot.

» Mais, avant de pousser trop loin les conjectures à ce sujet, il importe de continuer ces expériences et d'attendre que les explorateurs placés sur les lieux, qui peuvent étudier l'insecte, non plus en passant et hors de ses habitudes, mais tous les jours et dans son milieu naturel, l'aient observé dans tous les détails de sa vie. Rien n'est plus changeant que les conditions relatives de l'animal et de la plante. En effet, tandis que les racines, vers la fin de l'hiver, contenaient beaucoup de glucose dans l'écorce et quelques traces d'amidon seulement, aujourd'hui les racines des vignes qui ont poussé des feuilles montrent de l'amidon en abondance dans toute l'épaisseur de leur écorce et dans les prolongements médullaires des couches ligneuses jusqu'au centre. Le glucose qui s'observait dans l'écorce a diminué ou disparu, et la matière visqueuse et plastique précipitable par l'alcool y paraît bien moins abondante.

» L'analyse des radicelles expliquera sans doute pourquoi les *Phylloxera* naissants se dirigent sur elles; mais peut-être, en attendant, s'explique-t-on déjà suffisamment, d'après ce qui précède, pourquoi ils abandonnent si volontiers, au printemps, les racines anciennes.

» En résumé :

» M. Duclaux a fait connaître la marche que l'extension du *Phylloxera* a suivie depuis 1865 jusqu'à présent.

» Il a indiqué les conditions de sol qui sont les plus favorables à sa migration.

» M. Max. Cornu a étudié les transformations que le tissu de la vigne éprouve sous son influence.

» Il a reconnu l'époque précise du terme de l'hibernation, celle de la première mue printanière de l'insecte et celle de l'apparition de ses premiers œufs.

» M. L. Faucon a signalé, pour la destruction du *Phylloxera*, le seul procédé dont on ait constaté l'efficacité : la submersion des vignes pendant l'hiver.

» Il a constaté le premier les migrations du *Phylloxera* à la surface du sol, par le passage d'une crevasse à l'autre. Il en a précisé la durée, en montrant à quelle époque elles cessent en automne et à quelle époque elles recommencent au printemps.

» La Commission ne peut en ce moment que signaler à l'attention cette époque critique de la vie du *Phylloxera*, qui permet de l'attaquer au commencement d'avril ou vers la fin de mars. Elle aurait souhaité pouvoir apporter, dès aujourd'hui, un soulagement sérieux aux souffrances de nos régions vinicoles atteintes ou menacées; mais l'Académie, qui a souvent reconnu combien de telles études exigent de temps, de patience et de soins, ne s'étonnera pas de la lenteur de sa marche. Pour arrêter l'invasion de ce mal redoutable, qui menace à la fois la prospérité des régions vinicoles et la fortune de la France, il faut le concours sérieux de tous les efforts.

La Commission continue ses études, mais elle espère bien moins de ses propres travaux que de ceux de MM. Planchon, Henri Marès, Lichtenstein, Gaston Bazile, Louis Faucon, comte de Lavergne, Laliman, etc., et de ceux des divers Membres des Comices du Midi, qui, placés sur les lieux, peuvent suivre chaque jour les habitudes de la vie de l'insecte en liberté et constater les circonstances qui arrêtent ou qui favorisent son développement. C'est à la fois pour rendre hommage au dévouement des savants dont nous avons examiné les travaux et pour fournir des matériaux à ceux qui consacrent leurs soins à cette difficile étude, que nous avons l'honneur de vous proposer de décider :

» 1° Que les Mémoires de MM. Duclaux, Max. Cornu et Louis Faucon seront admis à faire partie du *Recueil des Savants étrangers;*

» 2° Que l'utilité d'une étude comparative du *Phylloxera vastatrix* et du *Pemphigus vitifoliæ* sera signalée à M. le Ministre de l'Agriculture, et qu'en conséquence il sera prié d'examiner s'il n'y aurait pas lieu d'envoyer, à cet effet, en Amérique des savants et des praticiens compétents, soit en vue de résoudre la question controversée de leur commune origine, soit pour constater les caractères qui distinguent les vignes américaines des nôtres dans leurs rapports avec ces deux parasites;

» 3° Qu'il sera mis à la disposition de M. le Ministre de l'Agriculture des exemplaires des Mémoires de MM. Duclaux, Max. Cornu et Louis Faucon en tel nombre qu'il le jugera nécessaire aux besoins de son administration. »

L'Académie adopte ces conclusions.

M. le Rapporteur communique à l'Académie la Lettre suivante qu'il vient de recevoir il y a quelques instants de M. *Louis Faucon*. Cet habile et persévérant observateur donne une confirmation complète et inattendue aux principes développés par la Commission dans le Rapport qui précède :

« L'intérêt, dit-il, que vous portez à mes travaux et à mes recherches sur tout ce qui se rattache à l'importante question du *Phylloxera* des vignes me fait un devoir de vous communiquer une nouvelle trouvaille que je viens de faire à l'instant.

» Aujourd'hui, 14 juin, à 1 heure après midi, par un beau soleil et un temps calme, je viens de voir les premiers *Phylloxera* qui probablement se soient montrés *sur le sol* cette année.

» Ils doivent être assez nombreux, car au pied d'une seule souche, sur des mottes de terre, j'en ai observé une dizaine dans une vigne presque détruite d'un de mes voisins. Les sujets que je viens de voir sont tellement petits et ont une agilité telle, qu'avec la loupe il ne m'était pas possible de les bien distinguer, et je ne croyais pas que ce fussent des *Phylloxera*. Le microscope vient de dissiper mes doutes. Ce sont bien des *Phylloxera*. Je n'en avais jamais vu d'aussi petits, même au moment où ils sortent de l'œuf; et, circonstance assez remarquable, malgré leur extrême petitesse, les antennes, les pattes, les poils et les crochets sont *très-développés*. Les points de pigment qui indiquent la place des yeux sont plus marqués que d'habitude. Les excavations sont aussi très-tranchées. Point de tubercules sur le dos.

» Cette découverte, qui fait connaître le moment précis auquel le *Phylloxera* commence ses migrations sur le sol, et celle que j'ai eu l'honneur

de vous communiquer l'année dernière et par laquelle j'indiquais l'époque où ces migrations finissent, pourraient avoir une grande importance au point de vue des moyens à trouver pour combattre le terrible ennemi de nos vignobles. »

M. le Rapporteur donne ensuite connaissance à l'Académie de quelques passages d'une Lettre également récente de M. *Henri Marès*, dont les appréciations viennent confirmer les préoccupations de la Commission :

« La situation dont je vous ai fait part dans ma dernière Lettre, relativement à l'état de nos vignobles, s'aggrave tous les jours, écrit notre Correspondant; il est à craindre que la destruction des vignes de coteaux, en sols maigres, peu profonds, argileux, ne soit très-rapide.

» Je me demande même si, une fois attaquées, ces vignes de coteaux, peu productives et qui ne sauraient supporter de grands frais de traitement ou de préservation, pourront être sauvées.

» Dans les bons terrains, le mal s'étend beaucoup moins vite, quoiqu'il devienne grave selon les circonstances.

» Nous voyons cette année une prodigieuse quantité d'insectes nuisibles de toute nature; la vigne en est réellement accablée : Altises, Attelabes, Gribouris, Pyrales, *Phylloxera*, etc., tout se déchaîne sur elle à la fois. J'observe que, depuis les gelées des 26 et 27 avril, la situation s'est aggravée pour les vignobles, et que, dans une foule de localités, ils se développent mal. Le Gribouri, qui est un produit des années humides, fait un mal considérable; je crains que, dans beaucoup de cas, il ne soit le précurseur du *Phylloxera*. »

« M. Thenard, à l'occasion de cette Lettre de M. Marès, fait observer que cette irruption subite d'insectes nuisibles n'est pas spéciale aux vignes du Midi, car cette année toutes les plantes, sauf l'avoine, sont partout atteintes par ce fléau. Dans son pays, où la pluie et le froid ont dominé, les betteraves, les haricots, les maïs ont été détruits par des nuées d'insectes.

» Dans les environs d'Auxerre, où il vient de passer quelques jours, il en est de même, quoiqu'il n'ait pas plu depuis plus de deux mois.

» Mais ce qui est plus remarquable, c'est que des deux côtés les blés sont rouillés et les fourrages, quoique abondants, sont de mauvaise qualité, si bien que des épizooties, peut-être des épidémies, sont à prévoir pour l'année prochaine.

» Il ne faut donc considérer cette exagération du mal dans les vignes du Midi que comme un fait général et essentiellement transitoire, mais ne le rattacher ni de près ni de loin à la grande question du *Phylloxera*. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CONSTRUCTIONS NAVALES. — *Sur le mouvement complet du navire oscillant sur eau calme. Relation des expériences faites sur* l'Elorn, *navire de* 100 *tonneaux de déplacement*. Mémoire de MM. **O. Duhil de Benazé** et **P. Risbec**, présenté par M. Yvon Villarceau. (Extrait par les auteurs.)

(Commissaires : MM. O. Bonnet, Villarceau, Dupuy de Lôme, de Saint-Venant, Resal).

« Dans la première Partie du Mémoire que nous avons l'honneur d'adresser à l'Académie, nous avons exposé la théorie du mouvement complet du navire oscillant sur eau calme, d'abord dans le cas d'un liquide sans résistance, puis dans un liquide réel, c'est-à-dire en introduisant les résistances qu'oppose réellement tout liquide au déplacement d'un corps immergé; dans la seconde Partie, nous avons décrit les expériences entreprises principalement sur *l'Elorn*, navire de 100 tonneaux de déplacement, dans le but de déterminer la loi de son mouvement oscillatoire.

» 1. L'étude théorique nous a conduits à envisager le potentiel du système complet de l'eau ambiante et du navire. La détermination du potentiel d'un corps au repos revient à un problème de Géométrie, car il est complétement déterminé par la position de son centre de gravité. Dans le cas considéré, la position du centre de gravité du système dépend uniquement, la surface du liquide étant supposée invariable, de l'inclinaison θ donnée au navire, et de la distance γ entre la flottaison actuelle et une flottaison parallèle détachant une carène de poids P égal au déplacement. On a donc entre le potentiel [II] et les variables θ, γ une relation qui peut être représentée par une surface topographique, en donnant à [II] différentes valeurs correspondant aux courbes de niveau. La considération de cette surface permet de définir avec plus de netteté, et d'une manière plus générale qu'on ne l'a fait jusqu'ici, la condition de stabilité du navire sur eau calme, en assimilant, par le fait, celui-ci à un corps pesant qui roule sur une surface topographique, et nous avons pu énoncer le théorème suivant :

» *La région de stabilité* d'un corps flottant quelconque, *pour la position*

d'équilibre ($\theta = 0$, $\gamma = 0$), *est limitée par la courbe d'égal potentiel qui passe par la position d'équilibre instable la plus rapprochée.*

» Ce théorème conduit au suivant :

» *Dans le cas où le corps est écarté infiniment peu de sa position d'équilibre en conservant son déplacement, il tend nécessairement à revenir à cette position; autrement dit, il est stable,* quelles que soient les résistances du liquide, *pourvu que son métacentre situé le plus bas soit au-dessus de son centre de gravité.*

» C'est le théorème énoncé depuis longtemps, et qui est parfaitement rigoureux, malgré les attaques dont il a été l'objet.

» En examinant attentivement, sans recourir toutefois à la voie analytique, la nature des résistances qu'éprouve un corps animé d'une vitesse *variée* dans un liquide, on voit que ces résistances ne dépendent plus seulement de la vitesse, comme dans le cas du mouvement uniforme, mais aussi des coordonnées du corps et de l'accélération; que, par suite, dans le cas du mouvement oscillatoire d'un corps flottant, celui du roulis d'un navire, par exemple, l'hypothèse, souvent émise jusqu'à ce jour, d'une résistance ne dépendant que de la vitesse angulaire seule est nécessairement défectueuse. Il résulte encore de cet examen que la résistance du liquide augmente la durée d'oscillation d'un corps flottant, et que, vers la fin de chaque oscillation, il y a restitution partielle du travail absorbé par les résistances au commencement.

» 2. Les expériences entreprises sur *l'Elorn* ont été faites dans quatre conditions différentes, afin de mettre en relief l'influence de la stabilité et celle des quilles latérales diversement placées, les unes immergées, les autres à la flottaison. Le navire enregistrait lui-même son mouvement transversal complet (translation du centre de gravité, rotation autour d'un axe longitudinal passant par ce point), au moyen d'un appareil d'une grande précision. Nous estimons, en effet, à 3 millimètres au plus l'erreur sur la position du centre de gravité, à $\frac{1}{20}$ de degré l'erreur angulaire, enfin à $\frac{1}{200}$ de seconde l'erreur en temps.

» La discussion des résultats nous a conduits à énoncer les faits principaux suivants :

» 1° L'axe instantané de rotation d'un navire oscillant sur eau calme est très-variable de position dans l'espace; il s'éloigne même généralement à l'infini, à chaque extrémité d'oscillation. 2° *Le point tranquille*, défini comme le point du navire qui parcourt le plus court chemin pendant une oscillation complète, a une position qui varie avec celle du centre de gravité du

navire et avec la résistance de la carène. 3° La durée d'oscillation est sensiblement constante pour un navire dont les formes sont verticales dans le voisinage de la flottaison; elle décroît un peu avec l'amplitude pour les navires très-évasés à la flottaison, et augmente au contraire pour ceux dont les formes sont très-rentrantes. 4° Le navire emploie moins de temps à s'incliner qu'à se redresser. 5° La durée d'oscillation croît avec la résistance. 6° Le moment d'inertie du navire μ_1, déduit de la durée d'oscillation observée, est notablement plus grand que le moment d'inertie réel. Pour *l'Elorn*, μ n'est que les $\frac{5}{6}$ de μ_1 (*).

» 7° La loi du mouvement de rotation d'un navire oscillant sur eau calme peut être représentée avec une grande approximation par l'équation intégrale

$$\theta = \eta\left(\cos k_1 t - \frac{\eta'}{k_1 \eta}\sin k_1 t\right),$$

ou, en négligeant des termes très-petits, par l'équation différentielle

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} - 2\frac{\eta'}{\eta}\frac{d\theta}{dt} + k_1^2\theta = 0,$$

dans lesquelles θ est l'inclinaison du navire, t le temps, k_1 le rapport $\frac{\pi}{T_1}$, T_1 étant la durée d'oscillation constante ou variable observée; η est l'ordonnée de la courbe de décroissance des amplitudes observées; enfin η' est la dérivée de η par rapport au temps.

» 8° Le couple des résistances, défini comme la différence entre le couple total des forces extérieures agissant sur le navire et le couple de stabilité, peut être considéré comme se composant à chaque instant de deux termes, l'un $(\mu_1 - \mu)\frac{d^2\theta}{dt^2}$ proportionnel à l'accélération angulaire, l'autre dépendant de la vitesse angulaire et approximativement égal à $-2\mu_1\frac{\eta'}{\eta}\frac{d\theta}{dt}$. Le premier se borne à augmenter la durée d'oscillation, le second à réduire les amplitudes.

» 9° Pour *l'Elorn*, dans différentes conditions de résistance et de stabilité, *le Renard*, aviso de 800 tonneaux ayant des formes très-rentrantes à la flottaison et peu de stabilité, *l'Eurydice*, frégate de 1250 tonneaux très-stable au contraire, *le Latouche-Tréville*, aviso de 730 tonneaux, enfin, même pour un modèle au vingtième de *l'Élorn*, la loi de décroissance des amplitudes

(*) Le moment d'inertie réel μ a été calculé directement avec un soin extrême, puis déduit de l'expérience en faisant osciller le navire sur sa quille après l'avoir mis à sec dans un bassin. Les deux chiffres ainsi obtenus ont parfaitement concordé.

parait pouvoir être représentée par la loi simple

$$\eta + 1 = a^{a^{\log\log(\eta_0+1) - \alpha \frac{t}{T_1}}}$$

ou

$$\log\log(\eta + 1) = \log\log(\eta_0 + 1) - \alpha \frac{t}{T_1},$$

dans laquelle a représente le nombre 10, base des logarithmes vulgaires, η est exprimé en degrés et α est un coefficient *unique* de décroissance constant pour chaque navire, tout en étant fonction de sa stabilité et de son moment d'inertie.

10° Toutes choses étant égales d'ailleurs, α et T_1 diminuent lorsque la stabilité croît, et augmentent au contraire lorsque la résistance de la carène est accrue par l'addition de quilles latérales immergées.

» 11° Les quilles latérales produisent deux effets distincts : d'abord elles réduisent le roulis maximum permanent d'un navire exposé à une houle synchrone déterminée; ensuite elles augmentent sa durée d'oscillation et contribuent par là, d'une part à réduire encore son roulis sur mer agitée, de l'autre à diminuer, au moins pour un grand navire, la probabilité qu'il a d'être exposé à une houle synchrone. L'emploi des quilles latérales est donc favorable à la réduction du roulis du navire; mais elles doivent, pour être efficaces, avoir de grandes dimensions qui ne sont pas toujours admissibles dans la construction.

» Plusieurs des faits que nous venons d'énoncer, particulièrement le dernier, montrent que le sujet de ce Mémoire offre, en dehors des considérations purement scientifiques, un intérêt réel au point de vue pratique. L'un des principaux buts que l'on se propose en architecture navale est, en effet, de déterminer *à priori* par le calcul ou, à défaut de celui-ci, par la voie empirique et des comparaisons raisonnées, la manière dont un navire projeté se comportera un jour à flot, sous l'influence des diverses forces qui doivent alors le solliciter. L'un des problèmes qu'elle s'efforce plus particulièrement de résoudre aujourd'hui, tant en France qu'à l'étranger, c'est celui du roulis du navire sur mer agitée, problème dont la solution importe autant à la marine de guerre qu'à la marine marchande. Or les récentes recherches qui ont été tentées dans cette voie ont montré que la question n'était pas actuellement susceptible d'une solution complète, sans la connaissance des résistances de la carène au roulis, et nous avons précisément ramené cette connaissance à celle des quantités T_1 et α, que l'on détermine par une simple expérience d'oscillation, très-facile à faire, même sur les plus grands navires. »

PHYSIQUE. — *Recherches photochimiques sur l'emploi des gaz comme révélateurs, et sur l'influence des conditions physiques au point de vue de la sensibilisation;* Mémoire de M. Merget. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« *Première partie.* — On peut obtenir des épreuves photographiques indélébiles à l'or, au palladium, au platine et à l'iridium, en utilisant, d'une part, la propriété que possèdent certains gaz de réduire, en présence de l'eau, les sels des métaux précédents, et, d'autre part, les modifications que la lumière fait subir à quelques sels, dans leur état hygrométrique.

» Si l'on sensibilise, par exemple, une feuille de papier avec du chlorure de platine additionné de liqueur Poitevin et qu'on l'insole sous le cliché d'une gravure, on obtient, au sortir du châssis, un négatif sur les traits duquel il s'est formé un mélange déliquescent de protochlorure de fer et d'acide tartrique oxygéné qui les rend hygrométriques.

» L'humidité qu'ils condensent dispose le chlorure de platine à subir l'action des gaz réducteurs tels que les vapeurs mercurielles, l'hydrogène, etc., et il suffit, par conséquent, de faire intervenir ces gaz pour développer une épreuve positive dont on dépouille les fonds de leur teinte jaune par un simple lavage à l'eau faiblement acidulée, sans qu'il soit besoin pour l'achever ni de virage ni de fixage.

» Cette épreuve, ne retenant aucune substance ultérieurement modifiable par la lumière ou par les agents atmosphériques, est absolument inaltérable avec le temps; et on peut la dire aussi absolument indélébile, puisque les agents chimiques qui attaqueraient le platine auraient pour effet préalable de détruire la pâte du papier.

» Avec des sels de fer dont les propriétés seraient inverses de celles de la liqueur Poitevin, les résultats obtenus seraient la contre-partie des précédents et seraient, par conséquent, applicables au tirage de positifs directs.

» A l'emploi des sels des métaux précieux et des gaz réducteurs correspondants on peut ajouter celui de tous les sels impressionnables par la lumière et de tous les gaz susceptibles de donner naissance à des réactions colorées dissemblables avec les sels primitifs et avec les produits secondaires de leur décomposition photochimique.

» Ces deux modes d'emploi des gaz comme révélateurs conduisent à des solutions nouvelles de deux problèmes photographiques encore à l'étude,

celui de la production d'épreuves inaltérables et indélébiles, et celui de l'introduction, dans la pratique, de méthodes économiques de tirage, fondées sur l'utilisation des sels des métaux usuels.

» Deux séries de spécimens joints à cette Note ont été préparés, les uns avec les sels de platine, les autres avec les sels de cuivre, en employant comme révélateurs l'hydrogène (1), les vapeurs mercurielles, l'iode et l'acide sulfhydrique.

» *Deuxième partie.* — Les conditions purement physiques peuvent affecter la sensibilité photochimique, et M. Edm. Becquerel mentionne expressément les différences d'impressionnabilité du chlorure, du bromure et de l'iodure d'argent, soit en raison de leur état moléculaire, soit en raison de leur degré d'humidité.

» Les observations qu'il rapporte ne s'appliquent qu'à un petit nombre de sels insolubles; ce sont les sels impressionnables solubles qui m'ont exclusivement occupé, et, pour eux aussi, j'ai constaté que l'énergie des effets des radiations lumineuses dépend de la variation des deux conditions physiques précédentes.

» En étendant ces sels en couches minces sur une feuille de papier ordinaire, on trouve que leur décomposition photochimique est activée par la présence de l'eau; mais il ne faut pas cependant que celle-ci soit en proportion assez forte pour glacer la surface de la couche sensible, et pour enlever au papier qui la porte son grain naturel dont la conservation est essentielle au point de vue qui nous occupe.

» Lorsqu'on prend un sel de la dernière section réductible photochimiquement, soit directement, soit indirectement par l'action de corps réducteurs formés sous l'influence des radiations lumineuses, et qu'on le mélange avec des substances inertes capables de retarder sa dessiccation, en l'exposant à la lumière dans un état d'humidité tel qu'il y ait effet de glacis à la surface libre de la couche sensible, la réduction qui s'opère alors au-dessous de cette surface glacée donne naissance à une mince pellicule métallique, bien continue, bien homogène dans toutes ses parties, par conséquent transparente et laissant apercevoir le papier qu'elle recouvre, ce qui la fait apparaître avec des teintes d'autant plus claires que ces conditions de transparence sont plus parfaitement réalisées.

---

(1) M. Raoult a déjà constaté cette action de l'hydrogène, et reconnu même qu'il faut l'attribuer non à ce gaz, mais aux traces des diverses combinaisons gazeuses dont il est accompagné, lorsqu'il n'est pas purifié. (*Note du Secrétaire perpétuel.*)



» Dans une autre expérience, si l'on attend que la dessiccation soit plus avancée, sans être cependant complète, la couche sensible présentant des états d'humidité variables d'un point à l'autre, le métal, par le fait même de ces inégalités superficielles, est réduit en particules désagrégées, disjointes, sans cohésion entre elles, quoique fortement adhérentes au papier sous-jacent, et formant, par conséquent, une sorte de dépôt moléculaire pulvérulent de teinte plus ou moins foncée.

» Avec les sels d'or en particulier, ces deux réactions successives sont tellement nettes dans leur opposition qu'on peut les faire servir au tirage de positifs directs, qui s'obtiennent par deux expositions à la lumière, sans lavage ni virage, ni fixage ultérieurs.

» L'eau peut donc influer sur la sensibilité photochimique de deux façons bien distinctes, soit en intrrvenant comme élément nécessaire dans l'accomplissement de certaines réactions chimiques, soit en modifiant l'état moléculaire de la surface sensible à laquelle elle donne, suivant l'occasion, du glacis ou du grain.

» Lorsqu'il s'agit d'épreuves provenant de la réduction photochimique directe ou indirecte des sels des métaux précieux, comme c'est du grain surtout que dépend la vigueur des tons, c'est lui qu'il faut s'attacher à produire, et comme il ne se maintient que fugitivement avec l'eau, je l'ai réalisé plus sûrement par le mélange du sel réductible avec des substances solubles finement cristallisables, ou pulvérulentes insolubles.

» J'ai pu, par l'emploi de ce mode de grainage, accroître notablement les effets réducteurs de la lumière sur les sels des métaux précieux, et spécialement sur les sels de platine, qu'on rend alors assez sensibles pour fournir des épreuves qui viennent complétement à la lumière, et qu'on termine par un simple lavage.

» L'azotate d'argent, très-peu sensible à la lumière quand on le prend seul, acquiert une sensibilité comparable à celle du chlorure lorsqu'on l'additionne de blanc de zinc, et la perd par la filtration. »

AÉROSTATION. — *Ascension scientifique exécutée le 26 avril 1873*. Note de MM. **J. Crocé-Spinelli**, **Jobert**, **A. Pénaud**, **Petard** et **Sivel**, présentée par M. Janssen.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

« Pendant que les observations météorologiques se multiplient à la surface du sol, l'atmosphère elle-même, au sein de laquelle se préparent et

s'opèrent la majeure partie des phénomènes, reste inexplorée. Nous avons pensé que, pour acquérir les vues d'ensemble qui seules permettront d'établir la science sur des bases inébranlables, il fallait entrer dans la voie des ascensions scientifiques, avec des aérostats spéciaux, un personnel de choix et un matériel de Météorologie aérostatique qui est, du reste, à créer presque en entier.

» C'est guidés par ces idées que nous avons fait, le 26 avril dernier, une première ascension scientifique, préparée avec soin. Nous avions réuni un matériel considérable, dû en notable partie à l'obligeance de MM. Janssen, Marié-Davy et Ch. Sainte-Claire Deville, qui, ainsi que la Société française de Navigation aérienne, avaient bien voulu nous éclairer de leurs conseils et approuver le programme d'études adopté par nous. MM. Crocé-Spinelli et Pénaud avaient en effet préparé une série de tableaux, divisés en colonnes dans lesquelles trouvent place les différentes observations et expériences que l'on peut faire en ballon. Ces tableaux portent les titres suivants : triangulation aérostatique; observations météorologiques, physiques et chimiques; observations physiologiques; observations et expériences aéronautiques.

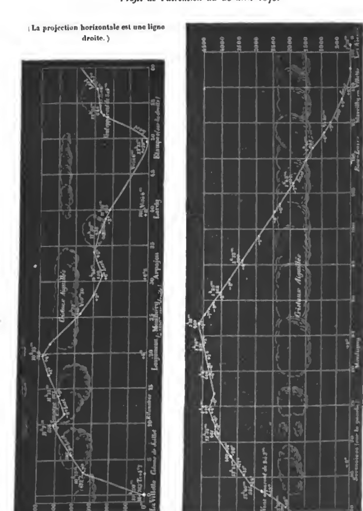
» Quelques-uns des instruments emportés étaient uniques en leur genre. Un baromètre holostérique, sensible et très-précis, descendant jusqu'à 16 centimètres de mercure, nous avait été confié par M. Janssen, qui l'avait fait construire pour ses voyages dans l'Himalaya. Nous avions aussi un thermomètre bimétallique, imaginé et construit par M. Jobert. Cet instrument est seul assez sensible, tout en étant stable et solide, pour indiquer de rapides variations de température. Un appareil d'une disposition nouvelle, muni d'une suspension à la Cardan et pouvant être tenu à la main, était destiné à faire le point. Cet instrument, dû à M. Pénaud, permet d'obtenir successivement la direction et la vitesse, à l'aide d'observations réitérées sur le même point de visée. Citons encore un hygromètre à point de rosée, simplifié par M. Janssen de manière à pouvoir être employé à bord d'un aérostat, et un électroscope avec boules suspendues à de longs fils isolés, prêté par M. Marié-Davy. Notre collègue, M. le D[r] Hureau de Villeneuve, nous avait aussi prêté plusieurs appareils.

» Réalisant une idée de MM. Jobert et Crocé-Spinelli, nous avions plusieurs centaines de feuilles imprimées, que nous avons jetées de la nacelle et dans lesquelles nous demandions des renseignements sur l'heure du passage de l'aérostat, la pression barométrique, la température, l'aspect du ciel, la force et la direction du vent. Vingt-trois de ces feuilles nous ont



Profil de l'ascension du 26 avril 1873.

(La projection horizontale est une ligne droite.)



été renvoyées et nous ont donné des indications qui, avec les indications plus nombreuses qui ont été obtenues à bord, ont permis à M. Crocé-Spinelli de vérifier le trajet parcouru et de tracer avec certitude le profil ci-joint de l'ascension.

» M. Sivel était chargé de la conduite de l'aérostat; MM. Pénand et Jobert observaient et lisaient les instruments; M. le Dr Petard s'occupait de la partie physiologique; M. Crocé-Spinelli prenait les notes.

» Nous sommes partis de l'usine à gaz de la Villette à $10^h 50^m$ du matin, à bord de l'*Étoile Polaire*, aérostat de 2810 mètres cubes, supportant une nacelle de 3 mètres sur $1^m,50$. Un vent violent venant du N$\frac{1}{4}$NE nous fit suivre une ligne parfaitement droite jusqu'aux Aisses, localité située à 5 kilomètres SE de la Ferté Saint-Aubin (Loiret), parcourant ainsi 126 kilomètres en $3^h 8^m$, y compris un traînage accidenté de plus de 3 kilomètres. Nous résumerons brièvement les principaux faits scientifiques du voyage :

» En quittant Paris à $10^h 50^m$, nous avons traversé, entre 642 et 555 millimètres de mercure (de 1400 à 2500 mètres environ), une série de nuages composés de petits cristaux aiguillés d'environ 3 millimètres de longueur, généralement verticaux et donnant une image à bords frangés du Soleil. L'image blanche et très-lumineuse était à peu près symétrique de l'astre par rapport à l'horizon. Ces nuages, sur lesquels nous avons vu aussi l'ombre du ballon, étaient froids et d'autant plus qu'ils étaient plus élevés. Leur température moyenne était de — 7 degrés.

» Par des éclaircies, nous déterminions la vitesse du vent et notre position sur de bonnes cartes.

» Ces passages à travers ces amas de cristaux avaient alourdi l'aérostat et fait contracter le gaz; aussi, malgré beaucoup de lest jeté, approchâmes-nous à 20 mètres du sol, non loin d'Etampes. Pour remonter, il fallut sacrifier la majeure partie des vivres et divers gros objets. Nous montions cependant assez lentement, quand le ciel se découvrit, et un soleil très-chaud vaporisa la couche de glace et dilata le gaz. Le mouvement d'ascension fut alors très-rapide.

» A $12^h 24^m$ le baromètre marquait 640 millimètres; au moment d'entrer dans un nuage d'aiguilles de glace, l'aérostat fut secoué brusquement par un vent de 3 minutes environ. La température s'abaissa rapidement à — 7 degrés, puis nous la vîmes successivement, au-dessus du nuage, décroître jusqu'à — 20 degrés; après avoir été de nouveau secoués, au moment où le thermomètre marquait — 14 degrés, et le baromètre 558 millimètres, douze minutes après, nous avions + 4 degrés et 450 millimètres,



pendant que nous admirions à 2000 mètres au-dessous de nous un océan tourmenté de nuages éblouissants, et qu'une voûte d'un bleu foncé s'étendait au-dessus de nos têtes. Une éclaircie, venant à se produire dans ces nuages, nous fit passer en 2 minutes de + 4 degrés à — 6 degrés; les nuages se reformant un peu après, nous revînmes à + 3 degrés.

» Nous atteignîmes ensuite le point culminant de notre ascension, 429 millimètres (environ 4600 mètres), le thermomètre marquant — 7 degrés. Cette température resta à peu près constante pendant 20 minutes, malgré une descente rapide, jusqu'au moment où nous entrâmes dans un nuage de cristaux. A 1h46m, nous vîmes la Loire derrière nous. De ce point jusqu'à celui de notre atterrissage, notre vitesse fut de plus de 20 mètres par seconde : aussi le traînage fut-il très-rude.

» Quant aux phénomènes physiologiques observés, les principaux sont les suivants : absence de vertige et d'étourdissement ; sentiment d'oppression, qui a commencé à se manifester vers 3500 mètres; bourdonnement et douleur dans les oreilles, ressentis par tous dans les descentes rapides, sensibles même dans les montées rapides pour une partie des voyageurs; la température de — 20 degrés est aisément supportée à 3500 mètres; le soleil était très-piquant, malgré ce froid considérable; l'excitation cérébrale était notable à cette hauteur.

» Une série d'observations faites au delà de 4000 mètres a donné les résultats suivants : 1° M. Petard a constaté un abaissement de 1°,06 dans la température buccale ; 2° le nombre des inspirations a atteint en moyenne les $\frac{4}{5}$ de sa valeur normale ; 3° le pouls s'est accéléré en moyenne dans le rapport de 11 à 7 pour les tempéraments lymphatiques, et de 13 à 10 pour les tempéraments sanguins ; 4° le pneumodynamomètre n'a pas signalé de modification sensible dans l'ampliation des poumons. »

M. **Courtois** adresse une Note relative à la « Direction aérienne, sans ballon ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. A. **Proust** adresse, pour le Concours du prix Bréant, un travail portant pour titre « Essai sur l'hygiène internationale. De ses applications contre le choléra asiatique » (1).

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

(1) Cet ouvrage, parvenu au Secrétariat avant l'expiration du terme assigné pour l'envoi des pièces adressées aux divers Concours, avait été omis, par erreur, dans l'énumération de ces pièces.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre des Travaux publics adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, un exemplaire du catalogue explicatif des modèles et dessins envoyés par l'administration des Travaux publics à l'Exposition universelle de Vienne, et une Notice historique et statistique sur les voies de communication de la France.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *A. Durand-Claye*, intitulée « Situation de la question des eaux d'égout et leur emploi agricole en France et à l'étranger ».

2° Le second numéro de « La tempérance. Bulletin de l'Association française contre l'abus des boissons alcooliques ».

M. le Procureur général de la Cour de cassation prie l'Académie de vouloir bien faire don de ses publications à la bibliothèque de la Cour de cassation.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. G. Héraud informe l'Académie qu'il se met à sa disposition pour l'établissement de la station d'observation pour le prochain passage de Vénus, qui doit être organisée à Nouméa.

(Renvoi à la Commission du passage de Vénus.)

ASTRONOMIE. — *Découverte de la 132e petite planète.* Dépêche de M. J. Henry, adressée à M. Le Verrier.

« Washington, 14 juin 1873.

« Planet seventeenth sixteen south twenty one forty three rapid motion north eleventh. »



PHYSIQUE. — *Recherches sur l'électricité produite dans les actions mécaniques. Variations de la tension électrique avec la nature et l'état des corps, leur forme et leurs dimensions et la température* (1). Mémoire de M. L. JOULIN, présenté par M. Edm. Becquerel. (Extrait par l'auteur.)

« Les premiers observateurs qui s'occupèrent de l'électricité de frottement croyaient que le signe de l'électricité dépendait uniquement de la nature des corps; mais on reconnut bientôt que les aspérités de la surface donnent à celle-ci une tendance négative. Wilson soutenait que, suivant le mode de l'action mécanique, un même corps pouvait prendre l'une ou l'autre électricité. Péclet constata, en 1834, avec une machine formée d'un cylindre de verre frottant sur un coussin, que le temps, la vitesse (de 17 mètres à 340 mètres par minute), la pression (de $0^{gr},06$ à $0^{gr},60$ par millimètre carré) sont sans influence sur la tension. M. Becquerel avait trouvé, dès 1825, que, dans l'électrisation par pression (la pression atteignait 10 grammes par millimètre carré), la valeur absolue de la tension augmente proportionnellement à la pression et croît avec la vitesse de séparation. Quant à l'influence de la température, Bergmann pensait que la chaleur dispose, du moins certains corps, à un état négatif, et Coulomb avait observé qu'une bande de papier échauffée, frottée sur des étoffes, était successivement négative, sans électricité, et positive au fur et à mesure qu'elle se refroidissait.

» *Direction des nouvelles expériences et mesure de la tension électrique.* — Les premières expériences ayant montré que, lorsque la vitesse d'une courroie ou la traction exercée sur elle varie d'une manière continue, la tension électrique des nouvelles machines varie aussi d'une manière continue; nous ne pouvions, comme Péclet, placer les conditions du mouvement sur le même rang que la nature, l'état des corps, etc.; et nos recherches ont consisté, pour chacune des machines, dans l'étude des variations de la tension avec la vitesse et la traction.

» La tension électrique moyenne sur la courroie a été déterminée par le procédé des distances d'aigrettes, qui avait déjà servi dans l'étude de la distribution. On a exprimé cette tension en fonctions de l'ordonnée de la section faite dans la surface de niveau par le plan du brin supérieur de la courroie, en supposant l'électricité distribuée sur un cylindre à base elliptique pour ce brin, et concentrée sur l'axe du second; à partir d'une

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1299.

distance de $0^m,05$, l'expression diffère très-peu de l'équation d'une droite, c'est-à-dire que les distances d'aigrettes représentent les tensions à une constante près. Les distances d'aigrette se mesurent dans l'obscurité à l'aide de la sphère d'épreuve portée à l'extrémité d'une longue tige pouvant pouliner le long d'une échelle, dont le zéro répond à celui de la tige quand cette dernière touche le bord de la courroie.

» *Résultats des expériences.* — A. *Nature des corps.* — Machines formées de poulies de $0^m,13$ de diamètre, distantes de $1^m,50$, et de courroies simples de $0^m,05$ de largeur.

» *a. Courroies en cuir.* — *α. Poulies conductrices, fonte.* — 1° *Temps.* — La vitesse V et la traction T restant constantes, la tension électrique t varie avec le temps de marche de la machine; ordinairement elle augmente un peu en valeur absolue. La moyenne des tensions, observées à des intervalles égaux pendant un temps déterminé, est ce que nous appelons la *tension électrique* correspondant aux conditions de mouvement considérées.

» 2° *Vitesse et traction.* — Si, pour une traction donnée, on s'arrête successivement pendant le même temps, à différentes vitesses uniformément croissantes ou décroissantes, les tensions électriques prises comme ordonnées d'une courbe dont les abscisses sont les vitesses, les tensions positives étant portées au-dessus de l'axe des x, les négatives au-dessous donnent une courbe sinusoïdale, définie par les abscisses des ordonnées maximum et minimum, le point où elle coupe l'axe des x, que nous appelons *point neutre*, et l'angle de la tangente en ce point; la courbe peut être incomplète, et l'une des branches s'atrophier et disparaître. La marche des phénomènes s'énonce ainsi : *Quand la vitesse va en augmentant, les tensions croissent d'abord en valeur absolue, puis algébriquement jusqu'à un maximum au delà duquel elles décroissent.* En comparant les courbes des vitesses, répondant à des tractions croissant successivement depuis une valeur très-faible jusqu'à celle produite par un poids de 300 kilogrammes ($0^{kg},600$ par millimètre carré de section), on trouve que, suivant les courroies, *la tension diminue algébriquement ou augmente en valeur absolue quand la traction augmente;* le second cas présente souvent une anomalie aux très-faibles tractions dont les courbes enveloppent souvent celles des fortes tractions.

» *Autres métaux.* — Avec le cuivre rouge et le bronze, la tension électrique sur la courroie presque toujours positive diminue à partir d'une certaine valeur de la vitesse et de la traction; avec le zinc, elle est négative et augmente d'intensité quand la vitesse et la traction augmentent.

» *β. Poulies non conductrices.* — Des tensions négatives très-fortes



augmentant d'intensité avec la vitesse et la traction ont été observées avec des poulies en bois et en cuir; avec le caoutchouc durci, la tension toujours positive croît avec la vitesse et diminue quand la traction augmente.

» *b. Courroies de différentes substances et poulies en fonte.* — Le cuir peu engraissé est presque le seul qui donne des phénomènes électriques. Le talc en poudre jeté sur une courroie en marche modifie les phénomènes: une tension positive diminue, s'annule et devient négative; une tension négative augmente d'intensité; l'effet est momentané ou permanent. Mêmes observations avec le soufre et les oxydes de fer; la résine donne à la courroie une tendance positive. La superposition des effets du cuir nu et de l'enduit est manifeste; les variations de la tension avec la vitesse et la traction sont du reste beaucoup moins régulières, et l'on peut obtenir avec des enduits de fortes tensions négatives dans des conditions de mouvement très-différentes. Sur des courroies recouvertes de chemises de laine ou de soie, tensions négatives aux grandes vitesses; avec la gutta-percha, les tensions sont positives

» B. *État des corps.* — En rendant la surface du cuir plucheuse, une tension positive a diminué, s'est annulée et est devenue négative; une tension négative a augmenté. L'état hygrométrique du cuir n'a pas toujours modifié seulement l'intensité des phénomènes: une courroie placée successivement au-dessus de différents mélanges d'acide sulfurique et d'eau n'a pas donné les plus fortes tensions pour le mélange le plus riche en acide. On a reconnu enfin, en étirant plus ou moins une courroie avant l'expérience, que l'intensité de la tension électrique augmente avec le coefficient d'élasticité, au moins pour les courroies dont la tension croît en valeur absolue avec la traction.

» C. *Forme et dimensions.* — Les tensions augmentent avec le bombement de la jante des poulies; elles sont aussi plus fortes lorsque les poulies montées sont excentriques par rapport à l'arbre, mais la courroie s'échauffe beaucoup. Une même courroie placée successivement sur des poulies égales en fonte, dont les diamètres variaient de 0,13 à 0,40, a présenté des tensions électriques diminuant d'intensité avec la courbure des poulies; en même temps le point neutre s'est élevé sur l'échelle des vitesses et pour les grandes poulies les tensions étaient exclusivement négatives, en sorte que, en couplant une grande partie avec une petite, la tension était positive sur un brin et négative sur l'autre. L'intensité des phénomènes a augmenté avec la largeur de la courroie; on ne peut rien dire sur l'influence de la longueur, les différentes parties d'une même courroie

pouvant ne pas être dans le même état relativement à la production électrique.

» D. *Température.* — L'échauffement de la courroie en marche avec une lampe à alcool dont la flamme lèche la surface extérieure, ou avec des charbons ardents, augmente algébriquement la tension électrique, c'est-à-dire qu'une tension négative décroît, s'annule, devient positive et croît; elle reprend par le refroidissement sa première valeur. Dans le même temps, les variations de la tension augmentent avec l'échauffement, du moins entre certaines limites; pour un même échauffement, elles croissent avec le temps.

» *Résumé et conclusions.* — Les modifications que l'élasticité, l'hygroscopicité et la surface du cuir peuvent éprouver dans le mouvement, suffisent à expliquer l'influence du temps, la différence d'effet de la traction sur les deux groupes de courroies, et l'anomalie observée pour l'un d'eux aux faibles tractions. Il résulte également des expériences que le faible échauffement de la courroie dans son mouvement influe peu sur la tension électrique; quant au rôle de la pression, il est également très-faible.

» En résumé, les phénomènes doivent être rapportés à trois causes : 1° la séparation plus ou moins rapide des corps influant sur la valeur absolue de la tension; c'est la cause qui domine dans la portion de l'échelle des vitesses répondant à la première branche de la courbe des variations de la tension; 2° les forces élastiques de l'incurvation augmentant proportionnellement à la vitesse avec laquelle la tension varie algébriquement (à partir d'une certaine valeur de la vitesse); 3° la température de la courroie qui fait varier algébriquement la tension électrique.

» En terminant, nous dirons que, si nous avons poursuivi une étude aussi ingrate, ce n'est pas pour apporter au chapitre du développement de l'électricité dans les actions mécaniques des faits plus ou moins contradictoires à ceux déjà connus, obtenus, il est vrai, dans des conditions d'intensité qui n'avaient pas été réalisées jusqu'ici : c'est que la variation continue des tensions avec l'une des circonstances nous a paru constituer, pour l'électricité statique, un ordre de phénomènes analogues à ceux si importants découverts par M. Becquerel dans la thermo-électricité, où certains couples donnent, lorsqu'on chauffe de plus en plus l'une des soudures, des courants croissant d'abord, diminuant ensuite, s'annulant, changeant de sens et augmentant d'intensité. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'essence d'Alan-gilan* (Unona odoratissima); par M. H. GAL.

« On trouve, depuis quelques années, dans le commerce, une essence naturelle, connue sous le nom d'*Alan-gilan* ou *Hilan-Hilan*. Son odeur, des plus agréables, en a assuré le placement sur une certaine échelle, malgré son prix élevé (2500 francs le kilogramme). Ce produit est retiré, par la distillation, de la fleur d'un arbre de la famille des Annonacées, appelé *Unona odoratissima*. Ce végétal croît plus particulièrement aux Antilles et à la Jamaïque.

» Grâce à l'obligeance de M. Dumas, qui a bien voulu mettre à ma disposition une certaine quantité de ce nouveau corps, j'en ai pu étudier les principales propriétés.

» Cette essence a pour densité 0,980, à la température de 0°,15. Pour une colonne de 5 centimètres de longueur, on a observé une déviation d'un rayon de lumière polarisée, de 14 degrés à gauche.

» Elle passe entièrement à la distillation, sans laisser de résidu charbonneux, mais entre des limites de température très-étendues; l'ébullition commence vers 160 degrés et continue au delà de 300.

» Elle est insoluble dans l'eau et entièrement soluble dans l'éther. L'alcool ne la dissout que partiellement. La partie insoluble, reprise par l'éther, se présente, après l'évaporation de ce dissolvant, sous la forme d'une masse demi-fluide et entièrement transparente. Il y a environ le quart de l'essence qui donne naissance à ce produit.

» L'acide azotique attaque l'Alan-gilan avec une grande énergie; des vapeurs intenses se dégagent à froid et l'on obtient, par l'addition de l'eau, une résine présentant une grande analogie avec celle qui est formée par l'oxydation du benjoin au moyen du même réactif.

» Le bisulfite de soude est sans action sur cette essence. La potasse, au contraire, suffisamment concentrée et employée à une température convenable, en détermine une sorte de saponification. On enlève la partie alcaline et l'on ajoute une nouvelle portion de potasse. En répétant ce traitement, jusqu'à ce que l'essence ne soit plus attaquée, on a, d'une part, une solution saline et, de l'autre, un produit insoluble dans l'eau, sur lequel la potasse est sans action.

» La partie aqueuse, additionnée d'acide chlorhydrique, laisse déposer un corps solide, ayant l'aspect cristallin. Celui-ci se dissout avec facilité

dans l'eau bouillaute; la solution étant filtrée pour séparer une petite quantité de matière résineuse fournit par le refroidissement des paillettes nacrées et entièrement blanches. Ce corps fond vers 120 degrés; il se volatilise très-facilement et se dépose sur les parois froides du vase, en aiguilles brillantes; il bout d'une manière régulière vers 245 degrés. Ce sont là les propriétés physiques de l'acide benzoïque; cette substance en a aussi les propriétés chimiques. En effet, si l'on en chauffe une petite quantité, en présence d'un excès de chaux, il se dégage une huile insoluble dans l'eau, douée de l'odeur et des propriétés de la benzine. Traite-t-on cet acide par du perchlorure de phosphore, une réaction énergique se manifeste et l'on ne tarde pas à sentir l'odeur piquante et caractéristique du chlorure de benzoïle. Quelques gouttes de ce dernier corps ont fourni, avec l'alcool, de l'éther benzoïque.

» Malgré la certitude des résultats fournis par les réactions qui précèdent, j'ai cru devoir soumettre cet acide à l'analyse. Voici les nombres que j'ai trouvés :

0,276 de matière brûlée, au moyen de l'oxyde de cuivre, ont fourni :

0,126 d'eau et 0,696 d'acide carbonique

	Calculé.	Exigé.
C....................	68,7	68,8
H....................	5,0	4,9

» Il est donc bien certain que l'acide retiré par la saponification de l'essence n'est autre que l'acide benzoïque; c'est, je crois, la première essence qui fournit un pareil résultat, ce composé n'ayant été jusqu'à présent rencontré que dans des baumes.

» La partie insoluble dans la potasse a été distillée avec l'eau, puis séparée de la portion de ce liquide qui l'avait accompagnée dans le récipient. Après dessiccation sur du chlorure de calcium, cette huile passe depuis 170 degrés jusqu'au-dessus de 300 degrés, à peu près comme l'essence naturelle. En présence d'un si grand écart de température, on ne pouvait espérer séparer de cette matière des produits définis et à point d'ébullition constant. J'ai cherché alors à m'éclairer sur la nature de ces corps, que l'on pouvait supposer être formés par des carbures d'hydrogène, analogues à ceux que l'on rencontre si souvent dans les essences.

» J'ai traité ce produit par l'acide phosphorique anhydre : une vive réaction s'est manifestée, et j'ai pu recueillir un liquide ne possédant plus l'odeur de l'essence. L'iodure de phosphore réagit également avec



une grande énergie sur ce liquide; il distille une liqueur plus dense que l'eau et douée d'une odeur piquante. Ces réactions montrent bien que nous avions entre les mains une substance ou plutôt un mélange de substances oxygénées, se rapprochant des alcools par leurs propriétés chimiques.

» L'acide dont j'ai parlé plus haut peut-il être considéré comme formant dans l'essence des éthers benzoïques de ces alcools, dont j'admets l'existence? La question me paraît devoir être résolue par l'affirmation; l'acide, en effet, n'entre pas dans l'essence à l'état de liberté, et, d'un autre côté, je n'ai pu retrouver aucun alcool soluble dans l'eau provenant de la distillation de l'essence en présence de la potasse. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Faits pour servir à l'histoire de la constitution histologique et de la fonction chimique de la glairine de Molitg;* par **M. A. Béchamp.**

« Les naturalistes ne sont pas encore parvenus à déterminer la place que doivent occuper, parmi les êtres organisés, certaines productions qui apparaissent, sous la forme de *gelée* ou de *glaires*, dans les eaux sulfurées des Pyrénées. Bordeu, qui les a signalées à l'attention des savants, leur a donné le nom de *glaires*, de *matière grasse*, de *graisse*. Les chimistes (Bayen, Chaptal, Vauquelin, Anglada et, plus récemment, M. J. Bouis) y ont démontré la présence d'une matière organique azotée; M. Saint-Pierre et moi, d'une substance saccharifiable par l'acide sulfurique (1). Pour ce qui est de leur organisation, s'il n'y a plus d'hésitation à l'égard de quelques-unes de ces productions, il n'en est pas de même quand il s'agit de la matière qui se dépose en abondance dans les eaux sulfurées de Molitg et dont Anglada, sous le nom de *glairine*, distinguait sept variétés (2). C'est une production semblable à celle-ci que Turpin nommait *matière amorphe* ou *chaotique*, et que Bory de Saint-Vincent classait dans ses *chaodinées*, l'un et l'autre la considérant comme aubiste, tout en lui reconnaissant un certain état d'organisation. Montagne pensait qu'un travail *ex professo* sur ce difficile sujet était fort désirable. Je n'ai pas, quant à présent, la prétention de résoudre complétement un problème qui a embarrassé des observateurs aussi éminents. Je me propose seulement,

(1) *Montpellier médical*, t. VI, p. 283 (1861).

(2) Anglada : *Des glaires des eaux minérales sulfureuses et de la matière pseudo-organique que ces eaux contiennent* (1827).

me servant pour cela de mes recherches sur les microzymas géologiques, de soulever un coin du voile.

» La glairine de Molitg sur laquelle j'ai opéré, au moment où je l'ai reçue des mains de M. C. Saint-Pierre, qui l'avait recueillie pour moi avec les plus grands soins, n'avait pas tout à fait l'aspect de l'une des variétés décrites par Anglada : elle n'était pas précisément « d'une consistance glaireuse, comme du blanc d'œuf qui a pris une légère opacité ou a subi un commencement de coagulation », elle avait plutôt une apparence gélatineuse et une consistance qui rappelait, jusqu'à un certain point, une gelée de silice. Cette matière n'avait pas non plus la constitution que lui attribue M. Robin (*Dictionnaire de Médecine*, article *Glairine*, édition de 1858) : « un amas d'algues filamenteuses voisines des *Hygrocrocés* et *Leptothrix* ». Elle était d'une constitution telle que, avec les idées reçues, on ne pouvait y constater « la moindre organisation », ainsi que le fait remarquer M. J. Bouis (1). En effet, examinée au microscope, avec la combinaison obj. 7, oc. 1 de Nachet, en couche mince, elle apparaît comme une matière finement granuleuse, formée d'une agglomération de microzymas emprisonnés dans une gangue hyaline, quelque chose d'analogue, pour l'aspect, à la *mère de vinaigre* pure. On n'y voit aucune forme organisée autre que ce que j'y considère comme étant des microzymas.

» Après la découverte des microzymas de la craie et des autres calcaires, j'avais constaté la présence de microzymas analogues et de même fonction dans les eaux de Vergèze. L'analogie de forme des granulations moléculaires de la glairine de Molitg avec les microzymas de l'eau de Vergèze me fit supposer que la fonction pourrait bien aussi être analogue. C'est ce qui a véritablement lieu. A cause de la nouveauté du sujet, je prie l'Académie de me permettre de lui communiquer avec un peu de détail les deux expériences suivantes :

» I. Le 23 août 1872, introduit 50 grammes de glairine de Molitg (2), préalablement lavée à l'eau distillée créosotée, dans 250 centimètres cubes d'empois récent et créosoté. Appareil clos; température ordinaire.

» Le 26 août, l'empois, complètement fluidifié, est transparent. La liqueur bleuit par l'iode et ne réduit pas le réactif cupropotassique.

---

(1) M. Bouis, dans un travail fait avec beaucoup de soin, admet que la glairine est constituée par des dépôts de silice gélatineuse qui, en se précipitant, soit par l'action de l'air sur le sulfure alcalin, soit par l'abaissement de température de l'eau, a entraîné de la matière organique tenue en dissolution (*Comptes rendus*, t. XLI, p. 1161, 1855).

(2) Elle contenait $2^{gr},9$ de matière fixe et environ $1^{gr},2$ de matière organique.



» *État des ferments.* — En ce moment le microscope fait voir des bactéries de toutes sortes, mobiles et immobiles : il y a aussi des vibrions ; mais, outre ces formes organisées, il y en a d'autres qui ressemblent à des navicules, ainsi que des productions semblables aux amylobacters de M. Trécul, mobiles sur les unes et les autres. Enfin on voit des formes arrondies, mobiles, molles comme les amibes. Il y a beaucoup moins de microzymas, et l'on devine dans la masse de longs et grêles leptothrix.

» Le 28 août, les formes semblables aux navicules ont augmenté ; il y a encore moins de microzymas. Le 2 septembre, les choses sont dans le même état. Il se dégage un peu de gaz. La liqueur est devenue acide ; elle ne bleuit plus par l'iode et réduit légèrement le réactif cupropotassique.

» Le 1er octobre, il n'y a plus guère que des bactéries ; les formes semblables aux navicules, les amylobacters, les amibes ont disparu ; les microzymas reparaissent.

» *Produits de la fermentation.* — Laissé réagir jusqu'au 18 avril 1873. Les ferments étant séparés, la liqueur, très-acide et réduisant encore le réactif cupropotassique, est analysée. J'en ai retiré de l'alcool, de l'acide acétique et de l'acide lactique.

» *État des ferments.* — La glairine a conservé son apparence de gelée. Dans le liquide ambiant, il n'y a que des microzymas et des bactéries de toute grandeur. Si l'on écrase sur le porte-objet une petite masse de glairine, elle apparaît d'abord granuleuse ; si l'on examine plus attentivement, on y distingue avec peine quelques filaments très-fins et quelque chose comme de grosses cellules mal délimitées : cela tient à ce que la gangue et les organismes qui s'y trouvent disséminés ont sensiblement la même réfringence ; mais si l'on broie la petite masse avec un peu d'eau, entre la lame mince et le porte-objet, alors on voit se dégager une quantité innombrable de bactéries grêles de toute longueur ; on voit quelques-unes de ces bactéries encore très-granuleuses et comme formées de chapelets de microzymas. Il n'y a presque plus de granulations moléculaires.

» Voici maintenant comment les choses se passent quand on remplace la fécule par le sucre de canne.

» II. Le 23 août 1872, glairine de Molitg lavée à l'eau créosotée, 100 grammes ; sucre de canne, 20 grammes ; eau créosotée, 150 centimètres cubes. Appareil clos, température ordinaire.

» Le 26 août, la liqueur ne réduit pas encore le réactif cupropotassique.

» *État des ferments.* — Il y a des microzymas associés, de longs filaments granuleux, simulant de longs chapelets de microzymas. Il n'y a aucune des formes qui ont apparu dans la fécule.

» Le 1er octobre, il y a quelques bactéries et quelque chose comme de grandes cellules mal délimitées. Il y a des amas de microzymas, plus gros que ceux d'origine. Laissé réagir jusqu'au 18 avril 1873 : la liqueur filtrée est acide. J'en ai retiré de l'alcool, de l'acide acétique et un acide fixe qui m'a paru différent de l'acide lactique, c'est-à-dire donnant un sel de chaux différent du lactate.

» *État des ferments.* — Une petite masse de glairine, écrasée sur le porte-objet dans un peu d'eau, se résout en une foule de bactéries grêles, longues ou courtes, et, de plus, ce qui ne se voyait pas avant le broiement, de petites cellules ovales, un peu plus grandes que le corpuscule vibrant de Cornalia, dont quelques-unes ont un noyau et bourgeonnent.

» J'ajoute que les phénomènes observés dans ces deux expériences ne peuvent pas être attribués aux germes de l'air. En effet, pour ne laisser aucun doute sur les conséquences de ces deux fermentations, de l'empois très-légèrement créosoté, une solution de sucre de canne créosotée et même additionnée de bouillon de levûre ont été, au même moment, mis en expérience pour servir de témoins. L'empois ne s'est pas fluidifié; rien d'organisé n'y est apparu; l'eau sucrée n'a rien produit de ce qui a été observé, et n'a développé ni alcool, ni acide acétique.

» La glairine de Molitg n'est donc pas anhiste : les éléments histologiques qu'elle contient sont des microzymas. Telle est la conséquence qui me paraît découler des expériences que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie; elle est inéluctable, si je la rapproche de celles que j'ai cru pouvoir déduire de mes recherches sur la *mère de vinaigre* (1), et de mon travail sur les microzymas de la levûre de bière (2). Comme tous les microzymas, ceux de la glairine de Molitg sont producteurs d'alcool et d'acide acétique, et sont capables d'évoluer en bactéries.

» La glairine et la barégine sont souvent confondues. Des expériences avec la barégine, parallèles aux précédentes, ont montré que la confusion n'est pas possible. Cependant il importe que ces expériences soient répétées en les préparant aux sources mêmes : je fais des efforts pour me procurer les moyens de les entreprendre. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'azote total contenu dans les engrais.* Note de M. H. PELLET. (Extrait.)

« .... Le procédé actuel consiste dans l'addition, aux matières organiques azotées et renfermant des nitrates, d'un grand excès de matière organique inerte (fécule) et de chaux sodée.

» On prend un tube de verre vert, de 70 à 80 centimètres de long, au fond duquel on introduit de l'oxalate de chaux et une petite colonne de chaux sodée. On pèse 1 ou 2 grammes de la matière à essayer, que l'on mélange dans un mortier avec 8 à 10 grammes de fécule exempte de matière azotée, additionnée d'une quantité égale de chaux sodée en poudre. Le succès de l'opération dépend du soin avec lequel on opère ce mélange. On remplit le tube d'une longue colonne de chaux sodée, on adapte un tube de Will et l'on continue l'opération comme pour le dosage ordinaire.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXVIII, p. 877.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIII, p. 443.



» .... On ne pourrait cependant pas appliquer ce procédé au dosage des nitrates de potasse et de soude du commerce, en raison de l'erreur relativement élevée qui pourrait se produire dans ce cas. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le dosage de l'acide phosphorique dans les phosphates naturels, les superphosphates et les engrais.* Note de M. **H. Joulie**, présentée par M. Balard.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 9 juin, M. Ch. Méne m'attribue un procédé au citrate d'ammoniaque pour le dosage de l'acide phosphorique. Il en donne ensuite la description et démontre parfaitement que ce procédé est des plus inexacts. Je suis entièrement d'accord avec M. Méne sur les causes d'erreurs qu'il signale dans ce procédé, qui ne ressemble en rien à celui que j'ai moi-même publié.

» Dans le Mémoire que cite M. Méne, et dont les conclusions ont paru aux *Comptes rendus* du 26 mai dernier, le citrate d'ammoniaque est simplement signalé comme un dissolvant capable de séparer, dans les superphosphates et dans les engrais, le phosphate bicalcique précipité des phosphates naturels insolubles, qui n'ont pas éprouvé l'action désagrégeante des acides.

» Quant au dosage de l'acide phosphorique, pour lequel M. Méne recommande le procédé de M. Chancel (avec le nitrate de bismuth), il a été exécuté, dans toutes mes recherches, par la méthode que j'ai décrite dans le *Moniteur scientifique* (année 1872, p. 212 et suiv.). Cette méthode, qui est une combinaison des procédés de M. Brassier et de M. Lecomte, convenablement modifiés, consiste à séparer d'abord l'acide phosphorique de toutes les bases en le précipitant de sa solution chlorhydrique ou nitrique, à l'aide d'un grand excès d'ammoniaque et de citrate de magnésie. Le phosphate ammoniaco-magnésien obtenu est ensuite titré à l'aide d'une solution d'urane, dans des conditions que j'ai eu soin de bien préciser.

» On échappe ainsi à tous les inconvénients du procédé au citrate d'ammoniaque pratiqué comme le dit M. Méne, et l'on obtient très-rapidement des résultats exacts, quelles que soient les matières qui accompagnent l'acide phosphorique. Le procédé de M. Chancel, au contraire, ainsi que l'a parfaitement indiqué son auteur, n'est applicable qu'aux matières qui ne contiennent que peu d'alumine et d'oxyde de fer, et pas de sulfates ni de chlorures, ce qui est très-rare lorsqu'il s'agit d'engrais et surtout de superphosphates. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur un procédé de dosage de l'hémoglobine dans le sang.* Note de M. QUINQUAUD, présentée par M. Bouillaud. (Extrait.)

Le procédé actuel repose sur ce fait, démontré par nos expériences, que les volumes maxima d'oxygène, absorbables par l'unité de volume d'un sang donné, sont proportionnels à la dose d'hémoglobine que ces sangs renferment. Il suffit donc, pour doser l'hémoglobine du sang d'un animal :

» 1° De connaître, une fois pour toutes, le poids d'hémoglobine qui correspond à 1 centimètre cube d'oxygène, lorsque le sang a été agité à l'air;

» 2° De déterminer exactement la quantité d'oxygène que renferme le sang en question après avoir été saturé. Nous nous servons, à cet effet, de la méthode imaginée par MM. Schützenberger et Risler, comme la plus rapide et la plus sensible (*voir* les *Comptes rendus* du 17 février et du 12 mai 1873). En supposant même le procédé défectueux, les résultats n'en restent pas moins comparables entre eux.

» On agite le sang à l'air, pendant quatre à cinq minutes; on procède ensuite au dosage de l'oxygène avec l'hydrosulfite titré, en employant 2 ou 4 centimètres cubes de sang, étendus de 10 centimètres cubes d'eau bouillie; puis le tout est versé dans l'appareil spécial, à l'aide d'une pipette convenable. En opérant ainsi, nous avons trouvé, pour 100 centimètres cubes de sang,

	Homme.	Bœuf.	Canard.
Oxygène	260^{cc}	240^{cc}	170^{cc}

» D'un autre côté, M. Pelouze a trouvé pour la quantité de fer contenue dans 1000 grammes de sang les nombres suivants :

	Homme.	Bœuf.	Canard.
Fer	0^{gr},53	0^{gr},48	0^{gr},34

» Il est facile de voir que ces derniers résultats concordent sensiblement avec les premiers.

» Les données publiées par Hoppe-Seyler permettent de calculer le poids d'hémoglobine correspondant aux quantités de fer que nous venons de signaler. En effet, d'après ce chimiste, 0^{gr},43 de fer correspondent à 100 grammes d'hémoglobine. On trouve ainsi, pour 1000 grammes de sang :

	Homme.	Bœuf.	Canard.
Hémoglobine.........	125^{gr}	120^{gr}	82^{gr}

» Les nombres de Preyer, fournis par l'appareil spectral, sont un peu plus élevés; mais les rapports sont les mêmes.

» Il résulte de là que, comme nous l'avons annoncé plus haut, la dose maxima d'oxygène absorbée par le sang peut servir à mesurer la dose d'hémoglobine.

» Ainsi 1000 grammes de sang humain, contenant 125 grammes d'hémoglobine, absorbent 260 centimètres cubes d'oxygène (pour qu'il y eût une exactitude mathématique, il faudrait que 1000 centimètres cubes correspondissent à 1 kilogramme; mais il est facile, par un simple calcul, de corriger cette petite erreur). Si, dans le poulet, nous trouvons 170 centimètres cubes d'oxygène par litre, nous sommes fondé à conclure que le sang renferme 82 grammes d'hémoglobine. C'est précisément le nombre auquel on arrive au moyen du dosage du fer; du canard au poulet, il y a une différence peu sensible.

» Nous avons déjà pu constater que les variations quantitatives d'oxygène et d'hémoglobine sont peu considérables pour les espèces appartenant à un même groupe de la série animale.

» Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de la Sorbonne. »

ZOOTECHNIE. — *Détermination du coefficient mécanique des aliments.* Note de M. A. Sanson, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Les industriels qui exploitent des moteurs animés pour le transport des personnes, des marchandises ou des matériaux, les administrations publiques et l'armée, qui ont à entretenir une nombreuse cavalerie, sont sans cesse à la recherche des moyens de régler exactement l'alimentation de ces moteurs d'après la quantité de travail exigée d'eux. Il a été établi depuis longtemps, par M. H. Bouley, que la manifestation spontanée de la morve, qui contribue le plus à les décimer, est uniquement due au travail excessif, c'est-à-dire à une dépense prolongée de force non compensée par une nourriture suffisante. La notion d'un rapport nécessaire entre celle-ci et le travail ne peut d'ailleurs pas être contestée; ce rapport est la condition fondamentale de l'hygiène des moteurs animés, qui diffèrent des moteurs à vapeur par un caractère essentiel. A rendement égal, ces derniers produisent du travail en raison du combustible qu'ils consomment. Il n'en est pas de même des moteurs animés. Sous l'influence de leur énergie propre, ils se dépensent eux-mêmes quand ils ne trouvent point dans leurs aliments une source renouvelée de force; et c'est ainsi qu'ils ne tardent pas à péricliter.

» D'un autre côté, s'il est essentiel, au point de vue de la conservation de l'organisme moteur, que l'alimentation fournisse non-seulement la source de la force qu'il dépense en travail, mais encore les matériaux de sa propre réparation, il n'importe pas moins, au point de vue économique,

de ne pas dépasser à ce double égard le nécessaire. Un moteur animé est une machine qui doit produire un certain rendement pour une certaine dépense, sans quoi il n'y a plus intérêt à l'employer. La condition du prix de revient de la force est en industrie prédominante.

» Ces considérations font sentir l'importance de la détermination précise du rapport nécessaire entre la force dépensée par le travail produit, dans l'emploi des moteurs animés, et celle qui se dégage dans les actions nutritives, ou autrement de l'équivalence des aliments. L'expression de ce rapport doit fournir une formule pratique, sûre, pour régler d'avance la ration alimentaire pour un travail déterminé, ou inversement pour régler le travail d'après la ration limitée seulement par l'aptitude digestive.

» Laissant de côté la question controversée de savoir si la force musculaire a sa source dans la combustion ou l'oxydation directe des principes hydrocarbonés des aliments, ou dans les échanges qui s'opèrent, au sein du tissu musculaire, entre les matières azotées, il suffit qu'il existe un rapport démontré nécessaire entre les deux ordres de substances, dans une ration alimentaire bien constituée, pour autoriser à admettre indifféremment l'un ou l'autre comme base de calcul. Des données physiologiques sur lesquelles ce ne serait pas le moment d'insister ici m'ont porté à préférer le groupe des matières azotées alimentaires connues sous le nom d'éléments protéiques. J'ai donc cherché à déterminer par l'expérience l'équivalent ou le coefficient mécanique de l'unité de protéine alimentaire telle qu'elle nous est fournie par les tables de la composition immédiate des aliments. J'y suis arrivé en considérant, d'une part, de nombreux cas dans lesquels, à la suite d'une longue expérience, on est parvenu par le tâtonnement à régler la ration de telle sorte qu'elle assurât, pour un travail uniforme, un excellent entretien des chevaux. La Compagnie des omnibus de Paris m'a fourni à cet égard mes principaux matériaux. De l'avis unanime des observateurs compétents, sa cavalerie ne laisse, sous le rapport de l'hygiène, rien à désirer. D'autre part, à l'aide des résultats d'expériences sur le tirage des voitures consignés par le général Morin dans son *Aide-Mémoire de Mécanique*, et de résultats analogues obtenus par divers auteurs allemands, j'ai pu calculer le travail journalier produit, dans les cas considérés, par les moteurs animés pour tirer ou porter leur charge et se transporter eux-mêmes à la distance et à la vitesse connues.

» Les calculs effectués sur ces diverses données m'ont conduit à admettre la valeur de 1600000 kilogrammètres, en nombre rond, comme

équivalent ou coefficient pratique du kilogramme de protéine alimentaire d'une ration bien constituée; ce qui revient à dire que, dans l'économie animale, une ration journalière constituée selon les principes de la science dégage autant de fois la quantité de chaleur nécessaire pour produire effectivement 1 600 000 kilogrammètres de travail qu'elle contient de kilogrammes de cette protéine ou des matières azotées nutritives désignées ainsi.

» Les chevaux des omnibus de Paris, par exemple, pèsent en moyenne 500 kilogrammes. Chacun d'eux doit tirer à une vitesse de $2^m,20$ par seconde, durant quatre heures par jour, une charge moyenne de 1590 kilogrammes, en démarrant cette charge de 60 à 70 fois. Il produit ainsi, durant son service de quatre heures, en nombre rond un travail effectif total de 2000000 kilogrammètres. A raison de 1600 par gramme de protéine alimentaire, il lui en faudrait, dans sa ration journalière, 1250 grammes. Il en reçoit 1402 grammes, dont 960 par l'avoine, 135 par le son et 307 par le foin. La différence de 152 grammes est employée pour l'entretien de son corps, supposé au repos, à raison de 30 grammes par 100 kilos de poids, conformément à l'expérience.

» Appliqué aux chevaux de la poste de Paris, qui ont à tirer à la même vitesse une charge de 1800 kilogrammes de poids total, et dont la ration de travail a été depuis longtemps réglée par l'expérience à raison de 400 grammes d'avoine par kilomètre parcouru, le coefficient admis se vérifie également avec un écart insignifiant. Il en est de même pour plusieurs autres cas, que je néglige de rapporter ici. On peut donc le considérer comme aussi près que possible de la vérité.

» En multipliant les données d'expérience sur le tirage exigé dans les divers modes d'emploi des moteurs animés, notamment en ce qui concerne le travail des intruments aratoires et des machines à battre, à moissonner, à faucher les récoltes, etc., il sera possible ainsi de déterminer d'avance la ration nécessaire pour couvrir la dépense de force occasionnée par un travail connu. L'entretien exigé par le travail physiologique interne étant assuré, la ration de production ou du travail externe sera calculée à l'aide de la formule $P = \frac{T}{C}$, dans laquelle P désigne la protéine alimentaire, T le travail et C le coefficient mécanique de l'unité nutritive. S'il s'agit, au contraire, de déterminer le travail exigible pour une ration connue, l'équation sera $T = P \times C$. Pour exprimer en valeur d'avoine, par exemple, la ration de travail, on aura $\frac{P}{120} = \frac{T}{C}$, le kilogramme d'avoine contenant en moyenne 120 grammes de protéine alimentaire. Dans le sens inverse, en désignant

par n le nombre de kilogrammes d'avoine de la ration, $n \times 120 \times 1600$ donnera la valeur cherchée de T.

» Il n'est pas nécessaire, je suppose, de faire ressortir davantage l'importance pratique des formules ainsi établies expérimentalement. L'accueil qu'elles ont déjà reçu, de la part de quelques intéressés auxquels je les ai communiquées, ne me laisse aucun doute. Elles fournissent une des solutions les plus utiles de la zootechnie pratique, en donnant satisfaction à un *desideratum* bien souvent exprimé et en complétant, sur le point particulier auquel elles se rapportent, les bases scientifiques de l'alimentation des animaux. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie.* 11e Note de M. P. Bert, présentée par M. Claude Bernard.

« Les faits que j'ai eu l'honneur de communiquer jusqu'à ce jour à l'Académie sont tous relatifs au règne animal. J'ai dû me demander si l'influence si puissante dont je venais d'étudier les effets sur les animaux ne se faisait pas sentir également chez les végétaux.

» J'ai commencé mes recherches par la germination, dont les phénomènes se rapprochent beaucoup de ceux de la vie animale. Les graines mises en expérience ont été celles d'orge ou de blé (albumen farineux), et de cresson ou de radis (pas d'albumen).

» *Diminution de pression.* — Dans l'air dilaté, la germination se fait d'autant moins vite que la pression est moindre. La différence commence à se manifester nettement dès la pression de 50 centimètres. Le nombre des graines qui réussissent à germer diminue également beaucoup. Exemple :

« 17 juin : semé, sur terre bien humide, 90 grains d'orge, dans trois terrines semblables et placées ensuite : *a*, sous cloche de 2 litres, à la pression normale; *b*, sous cloche de 10 litres, à 50 centimètres de pression; *c*, sous cloche de 13 litres, à 25 centimètres de pression. Les cloches sont maintenues bien closes; l'air y est saturé d'humidité.

» Le 22 juin, il a poussé, dans *a*, 76 brins, mesurant 10 centimètres de longueur en moyenne, et qui, séparés de la graine, puis desséchés à 100 degrés, pèsent chacun 0gr,0088; dans *b*, 36 brins, mesurant 8 centimètres, moins verts que ceux de *a*, pesant chacun 0gr,0071; dans *c*, 25 brins, mesurant 5 centimètres, encore moins verts que ceux de *b*, pesant chacun 0gr,0062. »

» La limite inférieure à laquelle a pu avoir lieu la germination est, pour le cresson, d'environ 12 centimètres, et pour l'orge d'environ 6 centimètres. Ici les grains qui germent sont fort peu nombreux; j'ai vu, sur

20 grains d'orge, semés à 6 centimètres, 2 seulement germer : ils atteignaient 6 centimètres de hauteur, alors que ceux semés à la pression normale en mesuraient 12. A 4 centimètres, je n'ai rien eu.

» J'ajoute que les grains ainsi maintenus sans germination n'étaient pas morts, et germaient aisément quand on rétablissait la pression normale.

» Ici se pose naturellement la question de savoir si c'est à la pression barométrique elle-même ou à la tension du seul oxygène qu'il convient de rapporter ces troubles dans la germination. C'est la question que je me suis déjà posée pour les animaux, où des conditions secondaires avaient induit en erreur les observateurs et les médecins qui m'avaient précédé dans cette étude. Il m'a été facile d'y répondre. En effet :

» A. Des germinations dans un air pauvre en oxygène, mais à la pression normale, se font moins vite que dans l'air ordinaire, ainsi qu'on le sait depuis Huber et Senebier.

» B. Des germinations sous basse pression, mais dans de l'air suroxygéné, se font aussi vite que dans l'air normal, à la pression normale. Exemple :

» 9 octobre : Semis d'orge dans trois cloches : *a*, air à la pression normale ; *b*, air à 15 centimètres de pression ; *c*, air contenant 70 pour 100 d'oxygène, à 20 centimètres de pression. La germination se manifeste en *a* et *c* le 7 et le 8 novembre, en *b* le 11. Le 25 novembre, les grains de *a* sont tous poussés vigoureux et mesurent 12 centimètres ; ceux de *c*, de même ; en *b*, il y a seulement trois grains germés, minces et peu verts.

» C. La germination peut se faire à la pression de 4 centimètres, à la condition d'employer une atmosphère suroxygénée.

» D. La limite inférieure de germination, trouvée par Huber et Senebier, dans l'air peu oxygéné, correspond à peu près à celle que je viens d'indiquer pour la pression atmosphérique. La germination, disent-ils, cesse quand il n'y a qu'environ $\frac{1}{7}$ d'oxygène (graines de laitue). Or le $\frac{1}{7}$ de 76 centimètres est de 11 centimètres, tension minima pour les graines de cresson.

» Ainsi la germination se fait moins vite dans l'air dilaté, et cela tient à la trop faible tension de l'oxygène.

» *Augmentation de pression.* — Il convient ici de distinguer avec soin les expériences faites dans l'air comprimé en *vases clos* de celles où l'air a été assez fréquemment renouvelé pour pouvoir être considéré comme pur.

» Dans le premier cas, à l'influence de l'air comprimé vient se joindre celle de l'acide carbonique produit, qui n'est rien moins que négligeable.

» En effet, dans de l'air très-suffisamment riche en oxygène, mais conte-

nant environ 20 pour 100 d'acide carbonique, la germination du cresson, ni de l'orge (ni celle des moisissures qui poussent sur les graines humides) ne se fait pas, sans que les graines soient mortes pour cela ; mais avec une plus forte proportion d'acide, celle de 75 pour 100, par exemple, les graines ne germent plus quand on les sème à l'air extérieur.

» Or, pour les graines comme pour les animaux, l'influence toxique de l'acide carbonique est mesurée par sa tension, en telle sorte qu'à 2 atmosphères la proportion qui arrête la germination sera de 10 pour 100 et à 10 atmosphères de 2 pour 100. On conçoit l'importance de cet élément et le trouble qu'il peut jeter dans les résultats des expériences faites sur l'air comprimé. Des faits identiques nous ont été présentés pour les animaux et, chose remarquable, la tension toxique de l'acide carbonique était exprimée à peu près par le même nombre.

» Considérons donc maintenant les effets de l'air comprimé, renouvelé matin et soir, et ainsi conservé pur. Jusqu'à 4 ou 5 atmosphères, il n'y a rien de particulier à noter; peut-être, vers 2 ou 3 atmosphères, les semis poussent-ils un peu plus verts et plus beaux ; mais il est difficile d'affirmer. A partir de 5 atmosphères, il devient très-manifeste que l'air comprimé est défavorable à la germination, et cela surtout pour les grains d'orge. Celle-ci se fait d'abord plus lentement, les pousses sont pâles et grêles; vers 8 atmosphères, la tigelle ne se développe pas, la racine seule sortant, et, pour les grains d'orge, développant ses appendices plumeux. Enfin, à 10 atmosphères, les grains de cresson ne se fendent pas, et à peine voit-on sortir de ceux d'orge un commencement de radicule.

» Ce n'est pas tout; si, après quelques jours de confinement dans l'air comprimé, alors que des grains d'orge, semés simultanément à l'air libre, donnent des pousses de 5 à 6 centimètres, on ramène les semis à la pression normale, on voit que les grains d'orge sont morts, ne germent plus; ceux de cresson, après un long retard, recommencent, au contraire, à germer.

» Enfin, si l'on soumet à la pression des pousses d'orge ou de cresson en plein développement, on voit l'orge s'arrêter et périr rapidement : le cresson résiste beaucoup plus longtemps.

» Or, ici encore, l'analyse du phénomène nous montre que cette remarquable action de l'air comprimé est due à la trop grande tension de l'oxygène. En effet :

» A. Les semis d'orge et de cresson, faits à la pression normale dans de l'air suroxygéné, se comportent comme je viens de le dire pour l'air com-



primé; ainsi, jusqu'à 60 pour 100 environ, il est difficile de noter une différence, et j'ai souvent obtenu des résultats qui semblent donner quelque avantage à l'air suroxygéné; mais, vers 80 à 90 pour 100 (correspondant à 4 ou 4,5 atmosphères), le doute n'est plus possible, et les grains d'orge se développent infiniment moins bien que dans l'air ordinaire : les graines de cresson en paraissent beaucoup moins impressionnées.

» Ces résultats sont confirmatifs des faits publiés, il y a bien longtemps, par Huber et Senebier, et que divers physiologistes avaient mis en doute.

» B. Si l'on emploie de l'air suroxygéné sous pression, on a, par exemple, à la pression de 2 atmosphères pour un air à 90 pour 100 d'oxygène (tension oxygénée $2 \times 90 = 180 = 9$ atmosphères), les mêmes résultats qu'avec 9 atmosphères d'air.

» C. Si l'on opère la compression avec de l'air très-pauvre en oxygène, en telle sorte que la tension de ce gaz ne dépasse pas celle de l'air ordinaire à 2 ou 3 atmosphères de pression, la germination se fait régulièrement.

» En résumé : 1° sous diminution de pression, la germination se fait d'autant plus lentement que la pression est plus basse; elle s'arrête, enfin, entre 4 et 10 centimètres sans que les grains, ainsi maintenus en inaction, périssent. Il y a évidemment là un arrêt des oxydations nécessaires au développement de l'embryon, arrêt dû à la trop faible tension de l'oxygène.

» 2° Sous augmentation de pression, jusqu'à 2 ou 3 atmosphères, il semble y avoir un peu d'avantage pour les semis dans l'air comprimé; mais, à partir de 4 ou 5 atmosphères, il y a désavantage évident, surtout pour les graines à albumen farineux. Enfin, à de plus hautes pressions, la graine est tuée par son séjour dans l'air comprimé; elle est également tuée lorsqu'elle a été soumise à la compression alors que son développement est commencé.

» Cet effet funeste est dû exclusivement à la trop grande tension de l'oxygène. Il est beaucoup plus à redouter pour les graines farineuses que pour les autres.

» Si l'on examine comparativement les altérations de l'air comprimé et celles de l'air à la pression normale dans des vases clos où ont été faits des semis, on trouve que dans l'air comprimé la consommation d'oxygène a été beaucoup moindre qu'à la pression normale.

» Ainsi, dans un cas, en quatre jours, des grains d'orge semés : *a* dans l'air, *b* dans une atmosphère suroxygénée à $2^{atm},5$, correspondant en tension à 11 atmosphères d'air, et où aucune germination n'avait eu lieu, sans que pour cela les grains soient déjà morts, avaient consommé, pour

10 grammes de grains, *a* 225 centimètres cubes d'oxygène, *b* 136 centimètres cubes.

» Ici donc, comme pour les animaux, nous en arrivons à cette conclusion que la trop grande tension de l'oxygène ralentit les oxydations. La simplicité des phénomènes de la vie végétale me permettra peut-être d'analyser plus avant cette action de l'oxygène et d'en préciser le processus chimique.

» La Communication qui précède soulève et résout certaines questions intéressantes pour la physique du globe, la distribution géographique des plantes, etc.; j'aurai l'honneur d'appeler sur elles l'attention de l'Académie lorsque je lui présenterai les résultats de mes recherches sur la végétation proprement dite dans l'air dilaté ou comprimé. »

MM. Ch. Lauth et Baubigny demandent l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par eux dans la séance précédente. Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

« La préparation des *verts d'aniline*, dits verts-lumière, a été réalisée tout d'abord par la réaction de l'aldéhyde et de l'hyposulfite ou des sulfures alcalins sur les sels de rosalinine; peu d'années après, divers chimistes et fabricants constatèrent presqu'en même temps que l'action intime des iodures alcooliques sur la rosaniline ou le violet de Paris détermine également la formation de vert; c'est ce vert qui est connu sous le nom de *vert à l'iode;* plus récemment, enfin, fut signalée la formation directe d'un vert par la déshydrogénation de la dibenzyl-aniline. De toutes ces fabrications, la seule qui prit une extension importante est celle du vert à l'iode.

» Le prix élevé qu'atteignit l'iode dans ces derniers temps, et qui est vraisemblablement dû à la spéculation, a appelé notre attention sur la possibilité de le remplacer dans les divers emplois auxquels il est destiné dans l'industrie des matières colorantes artificielles. Par diverses Communications antérieures, nous avons montré les résultats auxquels nous sommes arrivés dans cette voie. Nous venons aujourd'hui indiquer la méthode qui a été appliquée depuis six mois par nous dans l'usine A. Poirrier, de Saint-Denis, pour la fabrication du vert-lumière. Ce procédé fonctionne régulièrement depuis le mois de septembre 1871, ainsi qu'il résulte de nos livres de fabrication et des correspondances échangées entre nous depuis cette époque.

» Il consiste essentiellement dans le remplacement de l'iodure de méthyle par un éther à radical acide minéral, sulfate, chlorhydrate, nitrate, phosphate, etc., ou par les acides sulfoconjugués des radicaux alcooliques; l'agent employé de préférence est le *nitrate de méthyle*, en présence d'un alcali ou d'une terre alcaline; l'action énergique de ce dernier éther nous permet d'opérer à basse température, en vase clos ou en vase ouvert.

» Tels sont les points que nous avons observés; nous désirons nous réserver la priorité de cette découverte. »



M. Toselli adresse la description d'un mécanisme pour produire l'explosion des torpilles à l'aide de l'air comprimé.

L'appareil est installé et fonctionne actuellement à l'École Colbert.

M. Jubinal appelle l'attention de l'Académie sur une trombe qui s'est produite dans la commune de Castex (Ariége), le 17 mai dernier.

M. Milne Edwards présente une nouvelle livraison de l'Ouvrage de Christy et Lartet, intitulé *Reliquiæ aquitanicæ*, livre dont la publication avait été interrompue par la mort de ses deux auteurs, et dont l'impression est dirigée maintenant par M. Rupert Jones.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 16 juin 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Notice historique sur le général Daumesnil, lue le 26 mai 1873, à l'inauguration de sa statue à Vincennes; par M. le Baron Larrey. Paris, A. Pougin, 1873; in-18.

Exposition universelle à Vienne en 1873. France. Notices sur les dessins, modèles et ouvrages relatifs aux travaux des Ponts et Chaussées et des Mines, réunis par les soins du Ministère des Travaux publics. Paris, Imp. nationale, 1873; in-8°, relié.

Exposition universelle à Vienne en 1873. Étude historique et statistique sur les voies de communication de la France d'après les documents officiels; par M. Félix Lucas. Paris, Imp. nationale, 1873; in-8°, relié.

Ministère des Travaux publics. Notice sur l'École des Ponts et Chaussées. Paris, Imp. nationale, 1873; in-8°.

Situation de la question des eaux d'égout et de leur emploi agricole en France et à l'étranger. Étude par M. A. Durand-Claye. Paris, Dunod, 1873; br. in-8°.

Stations préhistoriques de la vallée du Rhône, en Vivarais. Châteaubourg et Soyons. Notes présentées au Congrès de Bruxelles, dans la session de 1872; par MM. le vicomte Lepic *et* J. de Lubac. Chambéry, A. Perrin, 1872; in-8°.

Annales de la Société des Sciences industrielles de Lyon, 1873, n° 2. Lyon, imp. H. Storck, 1873; br. in-8°.

Études géologiques sur le Var et sur le Rhône pendant les périodes tertiaires et quaternaires. Leurs deltas. La période pluviaire. Le déluge; par A. de Chambrun de Rosemont. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1873; in-8°.

Monstre acéphale; par M. H. Gripat. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait des *Bulletins de la Société anatomique*.)

Sur un fœtus du veau acéphale; par M. H. Gripat. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait du *Journal de Zoologie*.)

Le diapason de la notation musicale simplifié; par Ch. Meerens. Paris, Bruxelles et Londres, Schott et Cie, 1873; br. in-8°.

Étude psychophysique. Recherches théoriques et expérimentales sur la mesure des sensations, et spécialement des sensations de lumière et de fatigue; par J. Delboeuf. Bruxelles, 1873; in-8°.

Deuxième Partie. Les Drosera et la zoïcité; par M. Ziegler. Mulhouse, imp. Bader et Cie, sans date; in-12. (2 exemplaires.)

Les Merveilles de l'Industrie; par L. Figuier; 7e série : *les Soudes et les Potasses*. Paris, Furne et Cie; grand in-8°.

Reliquiæ aquitanicæ; being contributions to the Archæology and Palæontology of Perigord and the adjoining provinces of southern France; by E. Lartet *and* H. Christy; edited by T. Rupert. Pages 141-156 and 133-144; plates A. XXXIII and XXXIV; B. XIX-XXII. London, Williams et Norgate; Paris, J.-B. Baillière et fils, 1873; in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Annalen des physikalischen central Observatoriums herausgegeben von H. Wild, 1870-1871. Saint-Pétersbourg, 1872-1873; 2 vol. in-4°.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; t. XVII, n°s 1 à 5; t. XVIII, n°s 1 et 2. Saint-Pétersbourg, décembre 1871 à novembre 1872.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; 7e série, t. XVII, n°s 1, 10, 11, 12; t. XVIII, n°s 1 à 10; t. XIX, n°s 1 à 5. Saint-Pétersbourg, 1871-1872; 21 liv. in-4°.



Il problema dell' Areonautica. Soluzione del dot. P. CORDENONS. Padova, Salmin, 1872; in-4°.

Il problema dell' Areonautica. Lettera del prof. P. CORDENONS al signor A. FERRETTI. Rovigo, Minelli, 1873; in-8°.

Dio, la materia, il nulla, canto filosofico di G. MAIEROTTI. Venezia, tip. Antonelli, 1873; in-8°.

Trisektion eines Kreisbogens und die Kreisconchoide; von Dr G. SIDLER. Bern, Haller, 1873; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 9 juin 1873.)

Page 1421, ligne 13, *au lieu de* Pb^2S, *lisez* $\dot{P}b^2\ddot{S}$.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Montsouris. — Mai 1873.

Résumé des observations régulières.

	7h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	755,45	755,36	755,00	754,49	754,33	755,05	755,07	755,12 (1)
Pression de l'air sec	48,03	47,77	47,67	47,17	47,15	47,94	48,06	47,86 (1)
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (fixe)	10,32	12,80	14,57	15,15	14,11	11,15	9,26	11,95 (1)
» (fronde)	10,37	12,92	14,81	15,20	14,14	11,18	9,31	12,06 (1)
Thermomètre à alcool incolore	10,12	12,57	14,40	14,96	13,93	11,00	9,12	11,77 (1)
Thermomètre électrique à	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	22,03	30,21	31,65	28,48	20,97	»	»	27,83 (2)
Thermomètre noir dans le vide, T	20,65	28,23	29,55	26,84	19,98	»	»	26,15 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, t	14,80	20,15	21,59	20,30	16,25	»	»	19,57 (2)
Excès ($T'-t$)	7,23	10,06	10,06	8,18	4,72	»	»	8,26 (2)
Excès ($T-t$)	5,85	8,08	7,96	8,54	3,73	»	»	6,58 (2)
Températ. du sol à 0m,02 de profondr	11,41	13,74	16,66	16,89	14,93	12,81	11,56	13,69 (1)
» 0m,10 »	»	»	»	»	»	»	»	» (1)
» 0m,20 »	»	»	»	»	»	»	»	» (1)
» 0m,30 »	12,70	12,57	12,57	12,80	13,09	13,26	13,21	12,90 (1)
» 1m,00 »	11,49	11,51	11,54	11,55	11,56	11,56	11,60	11,55 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	7,42	7,59	7,33	7,32	7,18	7,11	7,01	7,26 (1)
État hygrométrique en centièmes	78,2	68,6	60,1	57,8	59,8	71,2	79,2	69,8 (1)
Pluie en millimètres (à 1m,80 du sol)	2,7	1,5	13,1	8,1	18,2	1,2	0,4	t. 45,2
» (à 0m,10 du sol)	3,5	1,6	14,1	10,3	20,0	1,1	0,5	t. 51,1
Évaporation totale en millimètres	12,64	8,42	21,18	26,60	25,78	17,46	9,67	t. 121,75
Pluie moy. par heure (à 1m,80 du sol)	0,39	0,75	4,37	2,70	6,07	0,40	0,13 (3)	»
Évaporation moyenne par heure	1,81	4,21	7,06	8,87	8,59	5,82	3,22 (3)	»
Inclinaison magnétique (4) B +	42',44	41',74	40',68	40',58	40',24	41',13	42',04	41',40 (1)
Déclinaison magnétique (4) A +	30,86	29,34	21,59	21,59	25,10	27,15	29,06	26,79 (1)

Tempér. moy. des maxima et minima (parc) .... 11°,9

» » (façade nord du bâtiment, terrasse du grand escalier). 12,1

» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie). 17,1

Nota. — Dans l'installation nouvelle de la boussole des variations de déclinaison, les angles sont comptés positivement dans le sens de l'est et négativement dans le sens de l'ouest. Le terme A est donc négatif. Lorsque cette constante aura été déterminée, nous rétablirons les déclinaisons dans leur forme ordinaire et avec leur valeur absolue.

---

(1) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

(3) Moyennes du mois.

(4) La valeur des constantes A et B sera donnée ultérieurement.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Mai 1873.

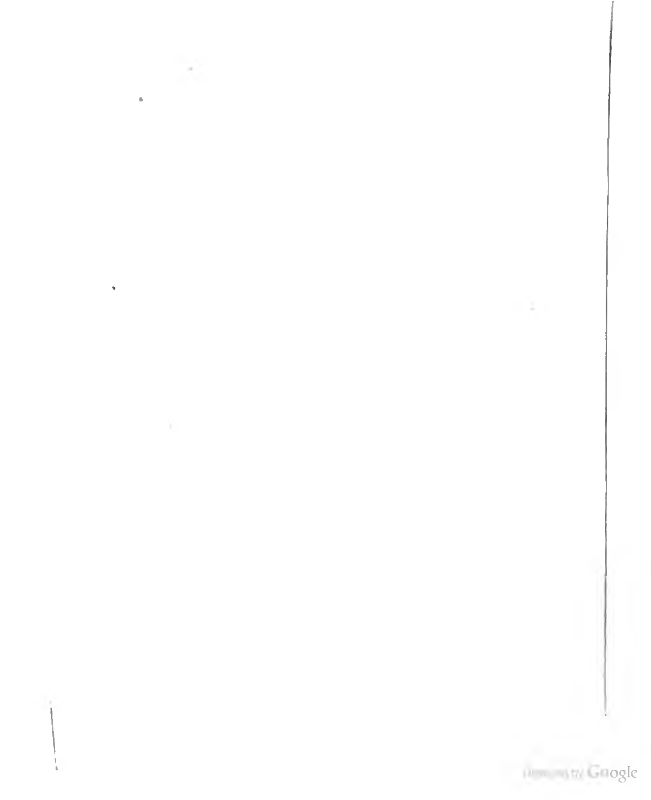
Dates	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres du jardin. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Thermomètres de la terrasse (1). Minima.	Maxima.	Moyennes.	Excès sur la moyenne normale de chaque jour.	Température moyenne du sol à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	à 1m,00.	Thermomètres conjugués dans le vide (T − t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
1	758,6	9,4	15,6	12,5	9,7	15,4	12,5	0,4	11,7	10,9	9,9	9,4	2,0	8,69	83	»	5,5
2	755,9	7,1	20,9	14,0	7,8	19,7	13,7	0,9	14,3	12,2	11,3	9,6	9,9	7,15	63	»	1,5
3	749,3	4,5	14,5	9,5	5,2	14,3	9,7	-3,7	12,0	11,6	11,6	9,8	5,9	6,15	66	»	7,5
4	749,4	6,3	13,6	9,9	6,5	13,2	9,8	-3,5	11,6	11,2	11,4	10,1	8,5	5,48	69	»	7,0
5	747,2	5,0	15,3	10,1	5,1	15,7	10,4	-2,7	11,6	11,2	11,3	10,3	6,1	6,54	68	»	11,0
6	746,4	6,9	13,0	9,9	6,9	14,4	10,6	-2,6	11,0	11,1	11,2	10,4	5,5	6,99	79	»	18,5
7	748,2	2,7	14,0	8,3	3,4	14,8	9,1	-4,7	11,1	10,6	10,8	10,4	5,2	5,89	63	»	10,5
8	746,8	5,8	13,2	9,5	5,9	13,5	9,7	-4,0	10,5	10,4	10,6	10,4	4,1	6,76	78	»	10,5
9	756,8	6,5	15,8	11,1	6,9	15,7	11,3	-2,3	12,2	11,4	11,2	10,4	10,5	6,61	68	»	7,0
10	760,1	4,5	15,5	10,0	4,7	15,0	9,3	-3,6	13,6	12,0	11,5	10,5	3,6	8,13	78	»	9,5
11	762,7	10,3	17,1	13,7	10,5	17,3	13,9	0,2	13,7	12,9	12,3	10,7	3,7	9,09	79	»	8,0
12	759,8	10,3	22,8	16,5	11,0	22,2	16,6	3,0	17,1	14,6	13,4	10,9	10,4	8,83	62	»	9,0
13	756,7	7,9	18,5	13,2	9,0	17,9	13,4	0,0	14,7	14,0	13,9	11,1	7,2	6,08	57	»	2,0
14	758,7	3,5	13,0	8,2	4,0	12,6	8,3	-5,0	13,2	12,9	13,2	11,4	8,0	5,19	58	»	4,5
15	755,2	5,4	18,8	12,1	5,7	16,7	11,2	-2,4	14,9	13,5	13,4	11,6	11,1	5,78	62	»	4,0
16	750,4	4,8	21,6	13,2	5,1	20,9	13,0	-0,9	18,1	14,0	13,8	11,7	8,7	5,52	43	»	4,0
17	744,2	10,0	21,9	15,9	9,4	21,4	15,4	0,8	15,9	15,0	14,5	11,9	5,5	10,52	85	»	4,0
18	743,2	9,8	23,4	16,6	10,3	22,5	16,4	1,8	18,3	15,8	15,0	12,2	6,8	10,60	77	»	6,5
19	751,3	8,1	10,4	9,2	8,8	10,3	9,5	-5,1	12,3	13,3	14,3	12,4	2,2	6,85	81	»	14,0
20	762,4	5,8	13,7	9,7	6,0	13,5	9,7	-5,0	12,4	12,4	13,1	12,5	8,6	5,00	60	»	5,5
21	759,9	3,7	16,7	11,2	4,8	18,0	11,4	-3,3	15,2	»	13,3	12,4	8,6	6,77	57	»	3,5
22	755,8	10,2	18,8	14,5	11,0	18,0	14,5	-0,1	14,2	»	13,9	12,4	5,8	9,41	87	»	10,5
23	754,7	9,1	17,3	13,2	10,1	17,3	13,7	-1,2	13,6	»	13,8	12,5	4,4	9,01	79	»	13,0
24	758,9	10,7	18,0	14,4	10,9	17,4	14,1	-0,8	14,5	»	13,8	12,5	6,7	7,85	69	»	»
25	761,8	5,7	20,6	13,2	7,1	19,9	13,5	-1,5	16,0	»	14,2	12,6	9,0	6,64	59	»	3,5
26	754,8	7,5	25,1	16,3	8,0	23,4	15,7	0,4	18,2	»	15,0	12,7	9,6	7,43	55	»	4,0
27	753,8	9,5	17,8	13,7	9,9	17,2	13,5	-2,0	18,3	»	15,1	12,9	5,0	8,01	79	»	7,0
28	759,4	8,3	13,2	10,7	8,5	13,4	10,9	-4,8	12,8	»	14,0	13,1	4,1	7,56	80	»	6,5
29	764,1	6,9	15,9	11,4	7,4	15,6	11,5	-4,2	11,9	»	13,2	13,1	3,7	7,66	73	»	7,5
30	760,3	3,8	14,7	9,3	4,4	14,7	9,6	-5,6	12,9	»	13,0	13,0	7,1	5,87	65	»	2,0
31	757,7	5,6	13,2	9,4	7,4	15,6	11,5	-4,2	12,5	»	12,9	12,9	6,2	7,03	77	»	4,0
Moy.	755,0	7,0	17,0	11,9	7,5	16,7	12,1	-2,1	13,7	»	12,9	11,5	6,6	7,26	70	»	7,1

(1) Ces thermomètres sont appliqués sur la façade nord de l'Observatoire, sur la terrasse et sous la véranda du grand escalier.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Mai 1873.

Dates.	Magnétisme terrestre (1). Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	Pluie. à 6m,10 du sol.	à 1m,80 du sol.	Évaporation.	Vents. Direction et force.	Nuages.	Nébulosité.	Remarques.
	° ′	° ′		mm	mm					
1	A+28,5	B+40,7	»	0,0	0,0	2,5	NO faible.	NNO	0,9	Brume, pluvieux le matin.
2	30,2	39,5	»	»	»	4,2	ONO tr.-faib.	ONO	0,1	Rosée le matin et le soir.
3	31,8	40,4	»	»	»	4,1	O modéré.	O	0,8	»
4	28,8	41,1	»	1,3	1,1	5,0	ONO modéré.	ONO	0,6	Pluie le matin.
5	30,1	39,6	»	0,1	0,1	5,0	SSO assez fort.	SSO	0,9	Pluvieux.
6	30,3	40,0	»	5,0	4,8	2,0	OSO faible.	SO	0,7	Pluie le matin; rosée le soir.
7	30,2	40,4	»	7,9	7,2	3,2	SSO assez fort.	SO	0,7	Forte pluie entre 3h et 6h s.
8	30,4	41,0	»	0,5	0,2	3,2	O modéré.	O	0,8	Pluvieux.
9	29,[illegible]	40,6	»	»	»	3,4	ONO faible.	ONO	0,5	Rosée le soir.
10	25,9	40,8	»	0,5	0,4	2,5	O faible.	NO	0,9	»
11	25,9	41,5	»	0,3	0,3	2,1	OSO faible.	ONO	0,9	Première appar. des hirond.
12	31,5	40,9	»	»	»	5,0	N faible.	NO	0,4	»
13	29,8	41,2	»	»	»	7,2	NNE modéré.	NNO	0,1	»
14	29,7	43,3	»	»	»	5,3	NE faible.	NE	0,7	Lueur aurorale à 9h soir.
15	29,8	41,7	»	»	»	6,6	ENE modéré.	NE	0,1	»
16	23,3	44,0	»	»	»	6,6	ENE modéré.	SSO	0,4	»
17	28,8	42,8	»	9,7	9,0	2,0	S faible.	SSO	0,8	Orage en SE., à midi 45m.
18	28,9	42,9	»	0,0	0,0	2,0	O faible.	SSE	0,8	Orage à 1h30m, à l'O.
19	28,0	45,6	»	2,4	2,2	3,0	N modéré.	N	1,0	Pluie le matin.
20	29,7	43,2	»	»	»	6,9	N modéré.	N	0,5	Vapeurs le soir.
21	29,1	42,2	»	0,0	0,0	3,6	OSO très-faib.	NO	0,8	Pluvieux le soir.
22	29,0	42,9	»	0,3	0,2	2,8	OSO faible.	O	0,8	Pluvieux le matin.
23	26,1	42,1	»	3,6	3,1	2,4	OSO modéré.	OSO	0,7	Pluvieux.
24	29,8	42,5	»	»	»	4,0	ONO faible.	O	0,7	»
25	30,3	41,5	»	»	»	3,8	Calme.	ESE	0,4	Halo à 3h soir.
26	29,2	40,5	»	»	»	5,1	O modéré.	O	0,5	Éclairs à l'E, à 9h soir.
27	31,8	41,8	»	16,6	14,4	2,6	O modéré.	O	0,6	Pluvieux.
28	31,6	42,2	»	0,1	0,1	3,4	NNO modéré	NNO	0,7	»
29	31,8	43,0	»	»	»	4,9	N faible.	N	0,5	»
30	29,6	42,6	»	»	»	4,8	NNO faible.	N	0,5	Rosée le soir.
31	30,6	41,3	»	2,8	2,1	2,5	NO faible.	NNO	0,8	Pluvieux.
Moy.	A+29,3	B+41,7	»	51,1	45,2	121,7			0,63	

(1) La position du zéro des instruments n'a pas encore été déterminée à l'aide des boussoles de déclinaison et d'inclinaison absolues.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JUIN 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Deuxième Note sur le guano*; par M. CHEVREUL.

« Dans la première Note sur le guano, insérée au *Compte rendu* de la séance du 9 de juin, j'ai montré que, dans un échantillon de ce produit, remis par MM. Dreyfus frères à la Société d'Agriculture centrale de France, il y avait de l'*acide avique*, du *carbonate d'ammoniaque*, une *substance cristallisable en longues aiguilles*, une *matière organique azotée, unie à un principe colorant et à du phosphate de chaux*, avec d'autres corps en petite quantité, dont je ne parlerai pas dans cette Note.

» J'avais dit que la deuxième Note aurait pour objet l'examen de la substance cristallisable en longues aiguilles; le temps ne m'ayant pas permis de terminer ce que je me proposais de dire à ce sujet, cette Note sera consacrée à deux objets différents : 1° à l'examen du phénomène que j'ai indiqué lorsque j'ai traité de l'action de l'eau sur la partie colorée du guano en pierre pendant la solution de sa partie soluble; 2° à l'examen d'une matière ayant l'aspect d'un fragment de verre, que m'a remis M. Barral, qui l'avait retirée, au Havre, d'un morceau de guano appartenant à MM. Dreyfus frères.

» 1° *Du gaz dégagé par l'action de l'eau sur le guano en pierre.* — Lorsqu'on introduit de petits fragments de guano affectant la forme d'une matière cristallisée, colorée et miroitante dans une cloche de 2 centimètres de diamètre intérieur et de $0^m,33$ de hauteur, remplie de mercure et reposant dans un réservoir de ce métal, et qu'on y fait passer ensuite 5 centimètres cubes d'eau, une effervescence se produit, et, après $\frac{3}{4}$ d'heure, il y a environ 5 centimètres cubes de gaz dans la cloche; en même temps que ce phénomène se manifeste, des flocons rappelant par la couleur le sesquioxyde de fer hydraté se répandent dans le liquide. En introduisant de nouveau, après vingt-quatre heures, 1 gramme de fragments de guano en pierre avec 5 centimètres cubes d'eau, de nouveau gaz s'ajoute au premier. Enfin, voulant en avoir une quantité suffisante pour en reconnaître la nature, j'introduisis encore 1 gramme de fragments. Vingt-quatre heures après, on reconnut qu'il y avait $30^{cc},5$ de gaz à la température de 25 degrés, sous la pression de $0^m,767$. On peut donc dire que 3 grammes de fragments de guano coloré à facettes miroitantes ont donné 30 centimètres cubes de gaz plus $0^{cc},5$ d'air qui avait été introduit en même temps que les fragments solides de guano.

» Quel était ce gaz qui s'était dégagé? L'ayant fait passer successivement dans plusieurs cloches après l'avoir parfaitement isolé de l'eau au sein de laquelle il s'était développé, on reconnut que, sauf le demi-centimètre d'air qui s'était introduit dans la cloche en même temps que les fragments de guano, le fluide élastique était du gaz acide carbonique pur, qui s'était dégagé de la matière solide sans se dissoudre dans l'eau de la cloche, laquelle renfermait du carbonate d'ammoniaque, la substance cristallisable en longues aiguilles et les flocons dont la couleur rappelle celle du sesquioxyde de fer hydraté. Je ne m'étais donc pas trompé dans ma première Note en parlant du bouchon soulevé pendant l'action de l'eau sur le guano en fragments solides miroitants.

» Voilà certes un phénomène bien remarquable, hors de toute prévision: cette matière compacte, cristalline, séculaire, se délitant dans l'eau, et s'y dissolvant partiellement en donnant au liquide du carbonate d'ammoniaque, une matière cristallisable avec de l'acide avique, et laissant des flocons colorés renfermant deux matières organiques unies à du phosphate de chaux! Plus tard je reviendrai sur ce sujet.

» 2° *Examen de la matière ayant l'apparence d'un fragment de verre à vitre, remis par M. Barral.* — Cette substance, aussi bien nettoyée que possible de toute matière étrangère, c'est-à-dire de guano *graveleux*, possédait une transparence parfaite; elle exhalait une forte odeur de guano, c'est-à-dire

une odeur ammoniacale mêlée d'odeur avique. Elle était essentiellement formée de phosphate d'ammoniaque. Je n'oserais pas affirmer qu'il ne s'y trouvât pas quelque autre phosphate, mais, si cela était, la quantité en était fort petite. Voici les expériences qui le prouvent :

» Un fragment de quelques millimètres carrés, mis dans un verre de montre avec quelques gouttes d'eau qui ne dépassent pas le niveau du fragment, le ronge sans effervescence et, après l'évaporation de l'eau, on aperçoit à la loupe des cristaux quadrangulaires, forme du phosphate d'ammoniaque qui ne rougit pas le papier de tournesol.

» Une goutte de solution donne avec l'azotate d'argent le précipité jaune du phosphate tribasique.

» Enfin, chauffé dans un tube, il se fond en bouillonnant, dégageant de l'eau ammoniacale et laissant de l'acide phosphorique.

» En m'abstenant d'entrer en ce moment dans les considérations auxquelles conduisent les faits précis que je viens de faire connaître, je ne puis m'empêcher de montrer combien elles sont conformes à l'opinion que j'ai émise dans la première Note sur les inconvénients d'estimer la valeur vénale d'un engrais d'après la quantité d'azote et d'acide phosphorique, si la comparaison ne porte pas sur des engrais qui se conduiront absolument de la même manière relativement à leur aptitude à céder à la plante ce qui est nécessaire à son développement. Ainsi je conçois l'application du procédé pratiqué actuellement dans le commerce à des échantillons divers de guano, mais je ne la conçois plus lorsqu'il s'agira, par exemple, du guano comparé à des débris de laine, à des débris d'os, de poils et matières analogues.

» Je ferai remarquer combien les substances que je viens de faire connaître, dans le guano que j'ai examiné, sont favorables à la végétation : le carbonate et le phosphate d'ammoniaque, le phosphate de chaux uni à une matière azotée, et j'insiste d'une manière toute particulière sur la disposition du guano, sous l'influence de l'eau, à dégager de l'acide carbonique en même temps qu'à produire du carbonate d'ammoniaque.

» Enfin j'insiste encore sur ce que tous les échantillons du guano que j'ai eus à ma disposition sont tellement imprégnés de carbonate d'ammoniaque, que tous en répandent une forte odeur avec celle de l'acide avique.

» Je ne me permettrai aucune réflexion sur l'influence que cet acide peut avoir en agriculture, si ce n'est que son odeur, qui devient sensible surtout après celle du carbonate d'ammoniaque, est un excellent certificat d'origine qu'il n'avait pas avant mes expériences.

» Il me reste à rechercher la présence de l'acide urique dans les divers échantillons de guano, et à voir les relations que la matière cristallisable en longues aiguilles peut avoir avec cet acide.

» Dans les échantillons que j'ai examinés, un seul, soumis à l'acide azotique, a développé la couleur rouge si propre à le faire reconnaître. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Nouvelles recherches sur l'effluve électrique*; par MM. P. et Arn. Thenard.

Action sur la vapeur d'eau, le gaz ammoniac, l'azote et la vapeur d'eau, le phosphure d'hydrogène gazeux, le mélange de ce dernier gaz avec le bicarbure d'hydrogène, le bicarbure d'hydrogène seul, le monohydrate de méthylène.

« Il est facile, dans la science comme ailleurs, de se tracer un programme: le difficile est de le suivre, surtout quand les faits se multiplient dans des directions très-diverses. Nous demandons donc pardon à l'Académie si ce défaut de suite se fait sentir dans ce Mémoire, plus que dans nos autres publications, mais nous comptons sur son indulgence, en raison des faits variés que nous allons rapporter et dont plusieurs nous semblent ouvrir des horizons nouveaux.

» Jusqu'ici nous avions considéré la vapeur d'eau comme essentiellement nuisible à la production de l'effluve. L'ozone, en effet, n'atteint de hauts titres que lorsque l'oxygène est aussi sec que possible. Or cette proposition, vraie pour l'ozone, ne l'est plus en beaucoup d'autres cas.

» C'est à l'occasion de la synthèse de l'ammoniaque que nous nous en sommes d'abord aperçus.

» *Première expérience.* — Nous avons dit que, quand on effluve un mélange d'azote et d'hydrogène, il apparaît presque aussitôt de l'ammoniaque; mais au bout de quelques heures la réaction se suspend pour ne reprendre que par l'introduction, dans la cloche de l'appareil, d'un peu d'acide sulfurique concentré.

» Était-ce à l'absorption de l'ammoniaque par l'acide, était-ce au plus grand état de siccité que les gaz acquièrent sous son influence, était-ce aux deux actions réunies qu'il fallait attribuer cette reprise?

» Nous avons donc, non sans hésitation, substitué de l'eau à l'acide et, à notre grand étonnement, l'absorption a marché jusqu'à son terme, à une vitesse régulière de 4 centimètres cubes à l'heure, c'est-à-dire à un cinquième près aussi vite qu'avec l'acide sulfurique.

» *Deuxième expérience.* — Cette première expérience nous a conduits à la

décomposition de la vapeur d'eau, qui s'est effectuée à raison de 3 à 4 centimètres cubes de gaz oxyhydrique à l'heure. Cependant il nous est arrivé dans cette circonstance un accident heureux : tout d'un coup le tube s'est fêlé et, l'étincelle se substituant à l'effluve, la production du gaz oxyhydrique est devenue double; ce qui n'a du reste rien d'étonnant, car, des deux étincelles de la bobine, une seule produit l'effluve, ce qui, réduisant à moitié la force de celle-ci, en diminue nécessairement l'effet dans la même proportion (1).

» *Troisième expérience.* — Notre troisième expérience a eu pour but de combiner l'azote avec l'eau. Pour faciliter l'expérience, nous avons cherché à augmenter la proportion de vapeur d'eau, et pour ce faire, le tube a été placé dans une étuve dont la chaleur, portée à 50 degrés, était plus grande à la partie supérieure qu'à l'inférieure, où elle n'atteignait que 30 degrés.

» Malgré cette précaution, de l'eau s'est condensée dans le tube et, sa puissance en étant singulièrement réduite, il a fallu soixante-douze heures pour faire absorber 20 à 25 centimètres cubes d'azote; mais enfin ils ont disparu, et le fait, pour ne pas être aussi élégamment démontré qu'il serait

---

(1) Cette expérience explique jusqu'à un certain point pourquoi l'oxygène humide ne s'ozonifie que faiblement; le fluide de l'effluve, en effet, au lieu de se condenser en totalité dans l'oxygène, doit se départager, surtout quand la tension est élevée, entre la vapeur d'eau et l'oxygène ambiant, ce qui réduit nécessairement l'effet de l'effluve. De plus, l'hydrogène, une fois formé, se brûlant très-probablement au contact de l'ozone même, détruit encore la meilleure part de celui-ci en produisant de la chaleur et non plus de l'électricité.

Voici, du reste, une expérience qui donne de la force à cette manière de voir : un jour, ayant augmenté le diamètre des tubes induits, et par suite l'épaisseur du verre qui les constitue, nous essayâmes la qualité du nouveau tube en lui demandant de l'ozone. Avec 8 éléments de théâtre couplés par deux et une bobine de 400 francs, il nous donna dès l'abord 35 millièmes d'ozone; ayant substitué une bobine de 1000 francs à la précédente, il ne nous en donna plus que 19 millièmes. Ayant ajouté 2 éléments, le titre monta à 28 millièmes, et atteignit enfin 35 millièmes avec 12 éléments; mais le nombre des éléments ayant été porté tout d'un coup à 16, le titre retomba à 30 millièmes pour s'élever à 39 millièmes avec 14 éléments seulement.

Avec 16 éléments, en effet, l'effluve avait pris une telle intensité, que le peu de vapeur d'eau que, malgré les dessiccateurs, l'oxygène avait retenue et l'azote dont il n'était pas absolument privé ($\frac{1}{2}$ pour 100 environ) entrèrent en réaction, si bien qu'il se condensa, dans le tube, de l'acide nitrique très-concentré, dont nous recueillîmes 4 à 5 centigrammes, tandis qu'avec 14 éléments l'effluve, n'ayant plus assez de tension, se concentra uniquement sur l'oxygène, et porta le titre en ozone de 30 à 39 millièmes.

Si simple qu'elle soit, cette expérience ne peut rester indifférente aux chimistes et aux physiciens.



désirable, n'en est pas moins constant, car toutes les erreurs à redouter ne pouvaient qu'augmenter et non diminuer le volume du gaz à absorber. On peut donc dès à présent être assuré que l'azote et la vapeur d'eau se combinent sous l'influence de l'effluve pour faire très-probablement du nitrite d'ammoniaque.

» Nous montons dans ce moment, mais dans de meilleures conditions, un appareil analogue afin d'étudier l'action de la vapeur d'eau sur l'acide carbonique. Obtiendrons-nous simultanément un volume d'oxygène libre, égal à celui de l'acide carbonique employé, et un corps organique? La théorie ne défend plus de l'espérer, mais l'expérience seule le dira.

» *Quatrième expérience.* — Revenant un peu en arrière, notre quatrième expérience a eu pour but de rechercher si l'effluve, qui est un moyen d'opérer la synthèse de l'ammoniaque, n'en est pas un, aussi, d'en faire l'analyse. C'est en effet ce que l'expérience a démontré; mais, de même que dans la synthèse il y a un point où l'ammoniaque ne se forme plus, de même dans l'analyse il est un point où ce gaz ne se décompose plus; et sans oser donner une mesure aujourd'hui, nous pouvons assurer que ces deux points, s'ils ne se confondent, sont très-rapprochés l'un de l'autre. En sorte que des deux parts il s'établit un même moment d'équilibre où pour un même appareil, soumis à la même tension et la même quantité d'électricité, le volume de l'azote, celui de l'hydrogène et celui de l'ammoniaque sont dans le même rapport, soit qu'on parte du mélange des corps simples ou de leur combinaison, et c'est parce que cet équilibre est à chaque instant rompu par les absorbants (eau ou acide sulfurique) que la synthèse si vite suspendue sans leur présence devient complète avec eux.

» Faut-il dès aujourd'hui généraliser le fait et l'ériger en loi? Ce serait trop se hâter, mais il est à remarquer que, dans les actions que nous étudions, il se reproduit très-souvent. Dans un autre travail nous donnerons tout à la fois des exemples et des mesures.

» *Cinquième expérience.* — Après la décomposition de l'ammoniaque, nous avons tenté celle de l'hydrogène phosphoré gazeux.

» Le premier fait qui nous ait frappé, c'est qu'il se produit tout d'abord une contraction, contraction faible, il est vrai, de peu de durée, mais bien saisissable; aussi à ce moment le gaz devient-il spontanément inflammable, mais bientôt il se dépose sur le tube du phosphure solide et la contraction se change en dilatation. Cette dilatation marche d'abord grand train, puis elle se ralentit assez vite et elle n'est complète (avec 100 centimètres cubes de gaz) qu'au bout de six heures. Si alors arrêtant l'effluve, mais mainte-

nant la circulation, on introduit du sulfate de cuivre dans la cloche de l'appareil, celui-ci noircit, ce qui indique que tout l'hydrogène phosphoré gazeux, comme pour l'ammoniaque, n'a pas été décomposé; cependant si, une fois cet hydrogène phosphoré absorbé, on rend l'effluve, le sulfate de cuivre noircit bien davantage, et le phosphure solide qui tapisse le tube se recroqueville en se changeant très-probablement en phosphore amorphe. Alors l'effluve revient à l'état d'étincelle, et l'expérience est arrêtée sans que rien puisse la faire reprendre.

» A quoi est due cette nouvelle production de phosphure gazeux? Évidemment à la décomposition du phosphure solide, qui jusque-là avait résisté à la faveur du phosphure gazeux préexistant, que l'effluve n'avait pu détruire en raison du moment d'équilibre dont nous avons parlé.

» Pourquoi avec la formation du phosphore amorphe l'effluve se change-t-elle en étincelle? Parce que le phosphore amorphe, au lieu de se déposer comme le phosphure solide, sous forme d'un vernis peu conducteur de l'électricité et qui tapisse le tube bien également, se présente sous la forme de plaques très-conductrices, à angles aigus et détachés du verre, qui, ainsi que toutes les matières de ce genre, opèrent la transformation de l'effluve.

» Ce n'est pas sans un certain désappointement que nous vîmes cette transformation de l'effluve : nous avions en effet espéré qu'en vertu de la loi d'équilibre et sous l'influence du corps absorbant le phosphore amorphe, reprenant l'hydrogène devenu libre, reviendrait peu à peu à l'état d'hydrogène phosphoré gazeux, qui incessamment absorbé par le sulfate de cuivre produirait une condensation complète, en sorte que tout disparaîtrait. Heureusement que dans la science il y a peu de déconvenue sans compensation; voici celle qui nous est advenue (1).

(1) Quand on se borne à constater la transformation du gaz non spontanément inflammable en gaz spontanément inflammable, l'expérience ne manque pas d'élégance, surtout si l'on opère à la grande lumière dans une chambre où l'on peut produire l'obscurité. Voici comment nous l'exécutons : au lieu d'opérer dans un appareil à circulation en retour, on prend tout simplement un tube à effluve qui, par une de ses extrémités, reçoit un courant de gaz qu'il perd bulle à bulle par son autre extrémité dans un vase rempli d'eau. Or à la grande lumière on ne voit pendant plus d'un quart d'heure que du phosphure solide se déposer sur les parois du tube; et ce n'est que quand la couche en est devenue assez épaisse que le gaz devient spontanément inflammable, tandis qu'à l'obscurité il suffit de compter environ cinquante bulles à partir du moment où l'on a donné l'effluve, pour que chaque bulle qui vient après s'enflamme; mais si alors on retire l'électricité le gaz reste in-



» *Sixième expérience.* — Nous venons de dire que l'effluve changeait le phosphure d'hydrogène gazeux en phosphure liquide, et celui-ci en phosphure solide, c'est-à-dire le mettait dans des conditions favorables à sa combinaison avec des corps qui lui donnent plus de fixité. Les hydrogènes carbonés sont évidemment dans ce cas.

» Sous l'empire de cette idée, nous avons donc, en présence d'une petite quantité d'acide sulfurique dilué, effluvé un mélange de 1 volume d'hydrogène phosphoré et de 3 volumes de bicarbure d'hydrogène (éthylène); aussitôt il s'est produit une contraction rapide, et, en prolongeant l'expérience, nous avons fini par obtenir le sulfate d'un de nos alcalis phosphorés. L'odeur, d'une part, les réactions obtenues avec le chlorure de platine et la forme des cristaux, de l'autre, ne peuvent laisser aucun doute à cet égard.

» Cependant l'opération n'est pas aussi simple que nous la présentons en ce moment. Si, en effet, ne considérant que la part de gaz contenue dans la cloche de l'appareil, on introduit dans celle-ci, après une première absorption, 60 centimètres cubes du mélange, on s'aperçoit bien vite qu'au bout de quarante minutes 23 à 28 centimètres cubes ont été absorbés; mais, à ce moment, la contraction s'arrête et se change même en une légère dilatation qui va sans cesse en augmentant, et l'analyse démontre que le gaz restant n'est guère que de l'hydrogène libre; il faut donc l'évacuer et y substituer une nouvelle dose de 60 centimètres cubes de mélange (hydrogène phosphoré et bicarbure d'hydrogène), qui subit le même sort, en sorte que toutes les quarante minutes il faut changer les gaz.

» Mais, en même temps, il se produit un second phénomène : il se dépose, à chaque instant, dans le tube, un corps solide qui, l'obstruant au bout de trente à quarante heures, met fin à l'expérience. C'est ce même corps incristallisable, contenant beaucoup de phosphore et peu d'hydrocarbure, que l'un de nous avait observé dans ses recherches sur les alcalis phosphorés; déjà il avait été très-incommode, et nous aurions bien désiré ne plus le rencontrer.

---

flammable encore pendant cinquante bulles, puis redevient non spontanément inflammable et ceci indéfiniment, à chaque fois qu'on retire ou qu'on rend l'électricité même à la lumière, en raison de la couche de phosphure solide qui alors tapisse le tube.

En rappelant que le phosphure solide est jaune, légèrement orangé, M. Ed. Becquerel, avec plus de droit que tout autre, rendra compte de cette dernière action.

» Enfin à l'odeur des alcalis phosphorés se joint celle d'un hydrocarbure liquide que nous avions également isolé, mais non décrit, et dont la formule, si notre mémoire est bonne, est $C^{16}H^{16}$.

» *Septième expérience.* — Frappé de cette coïncidence, nous avons aussitôt effluvé du bicarbure d'hydrogène seul, et immédiatement nous l'avons vu se contracter à raison de près de 1 centimètre cube par minute, puis bientôt se condenser en un liquide incolore, d'abord assez mobile, mais qui, avec l'action de l'effluve, surtout quand on n'évacue pas fréquemment les dernières parties du gaz en expérience, devient visqueux et légèrement coloré en brun. Déjà nous avions condensé 2 centimètres cubes de ce curieux liquide, quand tout d'un coup l'appareil se brisant, comme il arrive trop souvent, a été noyé dans une masse de chlorure d'antimoine. L'expérience allant être reprise dans de meilleures conditions, nous nous contenterons de dire aujourd'hui qu'il est très-odorant, insoluble dans l'eau et très-soluble dans l'éther.

» *Huitième expérience.* — Le monohydrate de méthylène a fait aussi l'objet de nos investigations; mais, à l'inverse du bicarbure d'hydrogène, il résiste bien plus à l'effluve et, après une légère contraction, il se dilate bientôt, surtout en présence de l'eau, et se transforme alors en un mélange de 1 volume de gaz des marais et 2 volumes d'hydrogène, en même temps qu'il se forme un acide rougissant fortement le papier bleu de tournesol et une sorte de résine incolore, insoluble dans l'eau et l'éther, mais soluble dans l'alcool. C'est notre dernière expérience; elle n'a encore que quelques heures de durée; avant d'en dire davantage, il faut donc la continuer, mais déjà le contraste entre les deux gaz est établi. En résumé, nous avons constaté :

» 1° Que la vapeur d'eau n'est pas nuisible à la production de l'effluve, et que l'effluve la décompose en ses gaz constituants;

» 2° Que l'effluve, bien que déterminant la combinaison de l'azote et de l'hydrogène, décompose également le gaz ammoniac, mais que, dans les deux cas, et sans corps absorbant, on retrouve dans les mélanges gazeux une quantité d'ammoniaque assez faible, mais sensiblement égale;

» 3° Que l'azote, sous l'influence de l'effluve et de la vapeur d'eau, disparaît pour produire un corps indéterminé que nous tenons provisoirement pour du nitrite d'ammoniaque;

» 4° Que le phosphure d'hydrogène gazeux est également incomplétement décomposé par l'effluve, et que cette décomposition est accompagnée de phénomènes qui prouvent la formation de phosphure liquide d'abord, en-

suite de phosphure solide, enfin d'un corps que nous pensons être du phosphore amorphe;

» 5° Que l'effluve agissant sur un mélange de phosphure d'hydrogène gazeux et de bicarbure d'hydrogène reproduit un au moins des alcalis phosphorés;

» 6° Que, sous son influence, le bicarbure d'hydrogène seul se condense rapidement en un liquide odorant, soluble dans l'éther et insoluble dans l'eau;

» 7° Que, par contre, le monohydrate de méthylène se transforme en présence de l'eau en gaz des marais, en hydrogène pur, en un acide puissant très-soluble dans l'eau et en un corps résineux différent des corps visqueux fournis par le bicarbure. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur le chlore et sur ses composés*; par M. BERTHELOT.

« Je vais exposer des expériences relatives à l'action du chlore sur l'eau et les protosels métalliques : elles montrent à quelles conditions doit satisfaire l'emploi du chlore dans les mesures thermiques, et elles jettent un jour nouveau sur le mode d'exercice des affinités chimiques.

I. — *Action du chlore sur l'eau.*

» 1. J'ai mesuré la chaleur dégagée lorsque le chlore se dissout dans l'eau. J'opère sur 600 grammes d'eau distillée, contenue dans une fiole munie de tubes à dégagement et d'un thermomètre, et placée dans la double enceinte qui sert à mes études calorimétriques. La pesée de la fiole (tarée avec une fiole semblable) indique à 1 milligramme près le poids du chlore absorbé, et les variations de température du thermomètre permettent de calculer la chaleur dégagée corrélativement. Voici les résultats d'une première série, faite sur quatre masses d'eau distinctes :

Poids du chlore dissous.	Chaleur dégagée pour 35gr,5 de chlore.
gr 3,053	Cal 1,64
3,066	2,15
3,759	1,79
1,022	1,56

» Ces résultats étant peu concordants, je répétai l'expérience en dissol-

vant des quantités de chlore successivement ajoutées :

	Poids du chlore.	Chaleur dégagée pour 35gr,5 de chlore.
	gr	Cal
1re portion.................	0,661	+3,18
2e portion.................	1,248	+3,47
3e portion.................	1,164	+3,14
4e portion.................	0,705	+3,77
5e portion.................	0,346	+3,75
Total..............	4,124	+3,41

» Cette seconde série fournit des nombres doubles de la première. La liqueur est d'ailleurs teintée beaucoup plus fortement; son odeur est plus irritante encore que celle du chlore gazeux; bref, elle offre les propriétés d'une solution qui renferme les composés oxygénés du chlore.

» 2. J'avais d'abord attribué cette réaction à l'influence de la lumière, bien que mes appareils ne fussent pas exposés à la lumière solaire directe; mais l'expérience suivante, faite à 9 heures du soir et à la lumière d'une simple bougie, manifeste les mêmes diversités.

	Poids du chlore.	Chaleur dégagée pour 35gr,5 de chlore.
	gr	Cal
1re portion.................	1,060	+1,67
2e portion.................	1,638	+3,04
Total........... ..	2,698	+2,51

» 3. Ces résultats singuliers comportent plusieurs explications : le chlore peut offrir deux états isomériques distincts; il peut encore décomposer l'eau, tandis qu'il se dissout, et cela dans une proportion inégale, suivant quelque circonstance de la réaction.

» L'existence de deux états isomériques du chlore, souvent invoquée dans l'étude de ses réactions, mais toujours contestée, a d'abord été l'objet de mon attention. Pour la vérifier, j'ai fait agir le chlore gazeux, sans rien changer aux appareils, successivement sur l'eau et sur une solution de potasse étendue, en mesurant la chaleur dégagée dans les deux cas. Le chlore ($Cl = 35^{gr},5$), dont la dissolution dans l'eau dégageait $+1,79$, a produit avec la potasse $+12,68$. Un autre échantillon dégageait avec l'eau $+3,41$; avec la potasse $+12,66$, chiffre identique au précédent.

» Les deux chlores étaient donc identiques sous la forme gazeuse, la diversité commençant seulement dans l'acte de la dissolution aqueuse.

» C'est ce que confirme la réaction de l'eau de chlore récemment pré-

parée sur les alcalis. Elle a dégagé des quantités de chaleur variables entre +10,13 et +11,2. Après quelques jours de conservation, une même eau de chlore manifeste de nouvelles diversités, signes d'une altération lente.

» 4. Tous ces faits peuvent être confirmés par les méthodes chlorométriques. Une eau de chlore qui renfermait $1^{gr},853$ de chlore (pesé) et qui dégageait avec la potasse $+11^{Cal},2$ (pour Cl), a fourni un hypochlorite dont le dosage accusait $1^{gr},864$ de chlore : chiffre correspondant avec la pesée. Au contraire, une autre eau de chlore qui renfermait $3^{gr},14$ de chlore (pesé), dissous dans l'eau et ayant dégagé $+2^{Cal},5$ (pour Cl), puis avec la potasse $+10^{Cal},13$, a fourni une solution d'hypochlorite titrant $2^{gr},82$ de chlore : un dixième avait donc formé des oxydes supérieurs.

» 5. La chaleur de solution proprement dite du chlore, conclue du chiffre obtenu avec la première eau de chlore, serait $12,7 - 11,2 = 1,5$, ce qui s'accorde avec les plus petites valeurs trouvées directement. Le nombre +2,4, donné par M. Thomsen (1), paraît donc inexact, ainsi que toutes les valeurs numériques qu'il en a déduites pour les réactions opérées à l'aide du chlore dissous; l'erreur, qui est de près de 1 Calorie, se multiplie proportionnellement au nombre (souvent considérable) d'équivalents de chlore employés dans les réactions. L'eau de chlore, d'ailleurs, doit être absolument écartée de toute mesure thermique, parce que ce n'est pas une substance homogène et toujours identique à elle-même.

» 6. Tantôt le chlore s'y trouve simplement dissous; tantôt il a exercé en même temps une action chimique véritable, s'emparant à la fois de l'hydrogène et de l'oxygène de l'eau. La décomposition de l'eau par le chlore serait exothermique, si elle produisait de l'oxygène libre

$$Cl + HO = HCl + O \text{ dégage environ..... } +5 \text{ Calories.}$$

» L'énergie nécessaire pour changer cet oxygène en oxydes du chlore, tous corps détonants, c'est-à-dire engendrés avec absorption de chaleur, est donc ici présente. Il suffit dès lors, d'après la théorie générale des actions de contact (2), d'une petite quantité d'un corps étranger pour provoquer le système exothermique des deux réactions simultanées, qui forment l'acide chlorhydrique et les oxydes du chlore aux dépens de l'eau et du chlore libre. Ce composé provocateur, constitué peut-être par une

(1) *Berichte der D. Chem. Gesellch. zu Berlin*, p. 235; 1873.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVIII, p. 86 et 66 : *État naissant, — Mouvement communiqué, etc.*



trace d'acide hypochloreux, donne au chlore qui le renferme l'apparence trompeuse d'un élément isomérique avec le chlore ordinaire.

» Nous allons retrouver des faits analogues dans l'action du chlore sur les protosels métalliques, le chlore étant en excès (chlorure mercureux), ou le sel métallique (chlorure stanneux, sulfate ferreux).

II. — *Action du chlore sur le chlorure mercureux.*

» Rien de plus simple, en apparence, que cette réaction

$$Hg^2Cl + Cl = 2HgCl.$$

Cependant, quand elle s'opère en présence de l'eau, les mesures thermiques accusent des complications imprévues, l'eau étant entraînée dans la réaction et attaquée pour son propre compte par le chlore, qui demeure quelque temps dissous avant d'agir sur le sel mercureux. Après avoir reconnu le phénomène et pour mieux le définir, j'ai opéré avec de l'eau de chlore préparée à l'instant même et définie par la chaleur dégagée dans sa préparation. J'agis sur un poids connu de chlorure mercureux (5 ou 10 grammes), en présence d'un grand excès de chlore dissous. Si l'on opérait à équivalents égaux, l'action serait d'une lenteur interminable. Voici les résultats rapportés à $Hg^2Cl = 235^{gr},5$:

Chaleur dégagée par l'eau de chlore et le sel.		Chaleur dégagée par la dissolution préalable du chlore employé.	Somme.	
20,93	+	1,64.....	22,57	
17,92	+	2,15.....	20,07	
16,90	+	3,41.....	20,31	Hg²Cl ajouté en deux fois successives dans une même liqueur.
16,30	+	3,41.....	20,71	
17,23		.....	»	Solution aqueuse préparée avec le même chlore, et simultanément.
18,35	+	2,51.....	20,86	Expérience faite la nuit.
18,25		.....	»	Eau de chlore préparée simultanément.
21,84		.....	»	Eau de chlore après deux jours de conservation.
22,81		.....	»	Après plusieurs jours.

Un équivalent de chlorure mercureux, en se dissolvant dans l'eau de chlore, dégage donc des quantités de chaleur qui varient de + 16,3 à + 22,8, variations bien plus étendues que pour la solution du chlore dans l'eau (+ 1,5 à + 3,8). Même en tenant compte de la chaleur dégagée dans cette dernière opération, les écarts sont de + 20 à $22^{Cal},6$ et au delà.

» La nature et l'étendue de ces variations prouvent que l'eau est entraînée dans la réaction en proportion notable et donne lieu à un dégagement de chaleur, qui s'ajoute à la réaction déterminante.



III. — *Action du chlore sur le chlorure stanneux.*

» **1.** J'ai pris du chlorure stanneux, SnCl + 2HO, en belles aiguilles brillantes, récemment préparé, et je l'ai dissous dans 18 fois son poids d'eau pure ($28^{gr},1 + 500^{gr}$), ce qui absorbe $- 2^{Cal},58$. Un léger précipité blanc d'oxychlorure se forme en même temps; l'addition de $\frac{1}{6}$ d'équivalent de HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$) le redissout, en dégageant + 0,03. La solution de chlorure stanneux filtrée, sans addition de HCl, puis étendue de 2 volumes d'eau, dégage + 0,20. J'ai traité cette dernière liqueur par le chlore gazeux.

1re portion.......	$0^{gr},850$	de chlore dégage	$+ 36^{Cal},5$	($Cl = 35^{gr},5$)
2e portion.......	1,482	»	+ 39,6	

Il aurait fallu $+ 3^{gr},55$ pour une saturation totale.

» La chaleur dégagée croît donc avec la proportion de chlore. Ces variations ne sont pas dues à la formation d'un chlorure intermédiaire. En effet,

$$SnCl\ (1^{éq} = 2^{lit}) + SnCl^2 (1^{éq} = 2^{lit}) \text{ absorbe } - 0,03.$$

» La liqueur obtenue par l'action du chlore sur le chlorure stanneux offre au début l'odeur de l'acide hypochloreux, ce qui indique la cause du phénomène. Au début, en effet, le chlore se partage entre le chlorure stanneux et l'eau, l'attaque de l'eau dégageant moins de chaleur que celle du chlorure stanneux. Pour préciser davantage, il suffit d'observer que l'action décomposante de l'eau sur les sels métalliques tend à les partager en sels acides et sels basiques, comme le prouve l'étude des sels ferriques, stanniques, et même l'influence de l'eau sur le chlorure stanneux solide. Le chlore attaque la base, présente dans les liqueurs, en formant un hypochlorite ou un sel analogue. Les oxydes du chlore, formés dans les premiers moments, se manifestent par la diminution dans la chaleur que dégage un poids donné de chlore; sous l'influence du temps, ils disparaissent tous, étant ramenés au même état définitif que si le chlore avait produit, seulement et dès le début, du chlorure stannique; mais cette seconde réaction, qui répond au maximum de chaleur dégagée, est trop lente pour que le thermomètre puisse la manifester.

» **2.** Cette explication peut être confirmée en opérant en présence d'un excès d'acide chlorhydrique, lequel s'oppose à la formation d'un sel basique : on doit alors obtenir un dégagement de chaleur proportionnel au poids du chlore absorbé; ce que l'expérience vérifie. Voici les faits :

» 1° SnCl, 2HO étant dissous dans 18 fois son poids d'une solution chlorhydrique ($HCl = 2^{lit}$) absorbe − 3,03.

» Cette liqueur, étendue avec 2 fois son volume de la même solution chlorhydrique, dégage + 0,10. Je l'ai traitée alors par le chlore gazeux, introduit par portions successives.

	gr		Cal	
1re portion de chlore absorbée...	1,000	dégage	+ 39,5	(pour Cl = 35gr,5)
2e portion....................	1,300	»	+ 39,2	
3e portion....................	0,939	»	+ 39,2	
Somme......	3,239		+ 39,3	

La liqueur exige 3gr,55 pour être saturée.

» Ce chiffre répond à la réaction suivante :

$$\mathrm{SnCl\,(dissous\ dans\ HCl) + Cl\,(gaz) = SnCl^2\,(dissous\ dans\ HCl)}.$$

M. Thomsen a donné la valeur + 36,9 (1), qui me paraît fautive de + 2,4 environ, et qui doit se rapporter à une réaction incomplète, effectuée en présence de l'eau pure. Ce chiffre inexact pourrait bien être l'origine d'une erreur relative au permanganate : l'excès de chaleur, cédé par l'oxygène que ce corps fournit, sur l'oxygène libre, étant de + 7,6 d'après M. Thomsen; si cet excès thermique a été évalué au moyen du chlorure stanneux, conformément au tableau de ce savant, sa valeur devra être réduite à + 5,2, valeur voisine de + 4,7 que j'ai trouvée moi-même. Cette erreur atteint les chiffres relatifs à l'acide hypochloreux, chromique, etc.

IV. — *Action du chlore sur le sulfate ferreux.*

» 1. Action du chlore gazeux sur le sulfate ferreux : I. SO^4Fe (1éq = 2lit)

	gr		Cal	
1re portion de chlore.......	1,685	dégage	+ 20,45	pour 35gr,5 de chlore
2e portion...............	1,743	»	+ 21,94	
3e portion...............	1,232	»	+ 23,87	
	4,660		+ 22,05	

La saturation totale eût exigé 5gr,32 de chlore.

» II. SO^4Fe (1éq = 6lit). La saturation à peu près totale dégage + 22Cal,34.

» III. SO^4Fe (1éq = 2lit) + 2SO^4H (1éq = 1lit).

	gr		Cal	
1re portion de chlore......	1,174	dégage	+ 26,94	(pour 35gr,5 de chlore).
2e portion..............	1,146	»	+ 26,34	
	2,320		+ 26,65	

La solution totale eût exigé 2gr,65 de chlore.

(1) *Berichte, etc.*, p. 236.

» IV. SO^4Fe ($1^{eq} = 2^{lit}$) + 4 SO^4H ($1^{eq} = 1^{lit}$).

Chlore absorbé $1^{gr},271$ (saturation aux deux tiers)....... $+27^{Cal},39$.

» Les variations sont ici comprises entre +20,4 et +27,4, c'est-à-dire dans des limites beaucoup plus étendues que pour le chlorure stanneux. En outre, le thermomètre indique que les réactions continuent pendant plusieurs minutes, après que le courant de chlore a cessé : l'odeur des oxydes du chlore est manifeste pendant une demi-heure et plus, surtout avec les liqueurs presque saturées de chlore, même avec un excès d'acide; mais elle finit par disparaître entièrement. Tous ces chiffres sont donc trop faibles. Deux circonstances concourent aux variations thermiques : la décomposition de l'eau et les actions réciproques des sels et acides mis en présence.

» 2. Mettons ces dernières actions en évidence, en y joignant des observations relatives aux sels manganeux, potassique, ainsi qu'aux divers mélanges de tous ces corps pris deux à deux (1) :

SO^4Fe + 5 vol. eau.....	−0,03	SO^4fe + 4 vol. eau......	+0,10
» + SO^4H........	−0,31	» + SO^4H.........	+0,46
» + 5 SO^4H.......	−0,45	» + 3 SO^4H........	+0,52
SO^4Mn + SO^4H........	−0,45	SO^4K + 5 vol. eau.....	−0,11
» + 5 SO^4H.......	−0,65	» + SO^4H.........	−1,04
		» + 5 SO^4H.......	−1,50

			Cal	Somme des effets séparés de l'acide.
SO^4Fe + SO^4fe.....	−0,10	(SO^4Fe + SO^4fe) + 4 SO^4H	+0,31	+0,11
» + SO^4Mn....	+0,01	(SO^4Fe + SO^4Mn) + 4 SO^4H	−1,05	−1,05
» + SO^4K.....	−0,05	(SO^4Fe + SO^4K) + 4 SO^4H	−1,36	−1,85
SO^4fe + SO^4K.....	−0,40	(SO^4fe + SO^4K) + 4 SO^4H	−0,145	−0,87

» On voit que les effets exercés sur un mélange qui contient des sels ferriques sont loin d'être la somme des effets exercés par l'acide sur chacun des composants. Même remarque pour les effets que voici :

SO^4Fe + HCl...	−1,21	SO^4fe + HCl....	+0,26	SO^4K + HCl....	−1,91
3 SO^4Fe + HCl...	−2,05	3 SO^4fe + HCl....	+0,76	3 SO^4K + HCl....	−3,5

		Somme des effets séparés de l'acide.
(SO^4Fe + SO^4K) + 2 HCl..........	−2,54	−3,13
3(SO^4Fe + SO^4K) + 2 HCl..........	−4,20	−5,5
(SO^4fe + SO^4K) + 2 HCl..........	−1,07	−1,66
3(SO^4fe + SO^4K) + 2 HCl..........	−1,78	−2,7
2(SO^4Fe + 3 SO^4H) + HCl..........	−0,54	−1,6
2(SO^4fe + 3 SO^4H) + HCl..........	−0,23	+0,5

(1) Fe = 28^{gr}, $fe = \frac{2}{3}$ Fe; 1 équivalent de chaque sel = 2^{lit}.

» Ce n'est pas ici le lieu de discuter ces effets, qui tiennent aux équilibres complexes caractéristiques des sels dissous, et spécialement des sels formés par les acides bibasiques ou par les bases faibles, telles que l'oxyde ferrique; mais je donnerai encore le résultat suivant, très-digne d'intérêt :

$$SO^4Fe + AzO^6fe \ldots\ldots \quad -1,78.$$

» Ce chiffre répond à une transformation totale ou à peu près de l'azotate ferrique en azotate ferreux, aux dépens du sulfate ferreux équivalent. Le chlorure ferrique agit de même sur le sulfate ferreux (— 1,7 environ).

» 3. Toutes ces circonstances concourent aux effets thermiques dans les oxydations subies par le sulfate ferreux, sous l'influence du chlore ou du permanganate de potasse. Elles sont trop complexes pour permettre un calcul précis; mais on voit pourtant que leur influence, pour chaque équivalent de chlore (ou d'oxygène) fixé, ne saurait dépasser 2 calories. Elle n'explique donc pas les différences de $7^{Cal},0$ signalées plus haut dans la réaction du chlore sur le sulfate ferreux. Ici, comme pour le chlorure stanneux, il faut faire intervenir l'attaque simultanée, par le chlore, de l'eau (ou plutôt des sels basiques qui se produisent dans la liqueur), attaque qui dégage bien moins de chaleur que celle du sel ferreux, et tend à abaisser le chiffre résultant. La chaleur ou le temps fait disparaître les oxydes du chlore, en complétant l'oxydation du sel ferreux. On peut aussi atténuer ces effets par un grand excès d'acide, sans les supprimer tout à fait.

» 4. M. Thomsen, qui ne semble pas avoir soupçonné ces phénomènes, a exprimé l'action du chlore sur le sulfate ferreux par le chiffre + 23,5, analogue à ceux que m'a fournis le sulfate ferreux pur, mais très-inférieur aux valeurs obtenues en présence d'un excès d'acide. Que le chiffre + 23,5 soit trop faible et incompatible avec les autres résultats du même auteur, c'est ce qu'il est facile de vérifier en réduisant le permanganate de potasse par le sulfate ferreux, en présence d'un grand excès d'acide sulfurique. J'ai obtenu, pour chaque équivalent d'oxygène cédé au sulfate ferreux,

$$+28,18^{Cal}; \text{ trace de sulfate ferreux en excès.}$$
$$+28,51; \text{ trace de permanganate en excès.}$$
$$\text{Moyenne} \ldots \quad +28,34.$$

Or O fixé par SO^4Fe dégage, d'après le chiffre... $27,4 + x\,5,0 = 22,4 + x$

» ... $23,5 - 5,0 = 18,5$

ce qui donne, d'après moi, pour l'excès dégagé par O du perman-



ganate, $28,3 - (22,4 + x) = 5,9 - x$, ou $28,3 - 18,5 = 9,8$ d'après M. Thomsen.

» Le premier chiffre, tiré de mes propres expériences, est encore trop fort; cependant il concorde avec ceux que je déduis du chlorure stanneux (+ 5,2) et de l'acide oxalique (+4,7), autant qu'on peut l'espérer dans des comparaisons si éloignées; mais la valeur + 9,8, calculée d'après les chiffres de M. Thomsen, discorde absolument avec la valeur + 7,6 qu'il a donnée, aussi bien qu'avec mes déterminations.

» La question me paraît donc épuisée; car je crois avoir établi que les nombres du savant danois sont inexacts, et j'ai montré l'origine de leur inexactitude dans la complexité des actions exercées par le chlore sur l'eau et sur les solutions métalliques. Je ne voudrais point d'ailleurs que l'on se méprît sur ma pensée, et que cette critique, adressée à une portion des travaux de M. Thomsen, pût être regardée comme entachant toutes les déterminations qu'il a publiées dans ces dernières années. Tout homme qui cherche la vérité est sujet à l'erreur; sachons le reconnaître avec sincérité pour notre propre compte et ne pas le reprocher trop amèrement aux autres. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Nouvelle série d'observations sur les protubérances solaires; nouvelles remarques sur les relations qui existent entre les protubérances et les taches;* par le **P. Secchi**.

« Rome, 9 juin 1873.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats du dernier quadrimestre des observations sur les protubérances solaires. Ils sont contenus dans le tableau ci-après, qui termine la période complète de deux années d'observations, que j'ai effectuées avec une assiduité aussi grande que possible.

» Dans cette période, trop courte sans doute pour pouvoir rien présenter d'absolument net, nous constatons cependant une relation assez curieuse entre les taches et les protubérances pendant les périodes d'activité. Après le maximum du premier semestre, la diminution dans le nombre et dans la grandeur a été presque continue. Nous avons eu, le mois de mai dernier, un minimum absolu. Le Soleil a paru plusieurs jours sans taches, et les protubérances, sans être nulles, se sont réduites à un nombre très-limité, cinq ou six au plus. Elles offraient un caractère singulier, consistant dans l'absence de structure filamenteuse; elles présen-

taient l'aspect de masses laineuses, comme le dit M. Tacchini. Il est remarquable que, à cette époque, le nombre n'a jamais été zéro.

» L'activité paraît renaître, et nous avons, en ce moment, de belles éruptions et des taches sur les bords. Je dois faire remarquer, à ce propos, l'inexactitude d'une remarque faite par M. Respighi, dans sa Lettre à M. Faye, qui a été publiée dans les *Comptes rendus* (séance du 19 mai 1873). Le savant astronome paraît croire que ce que j'ai dit sur la manière d'interpréter l'absence de chromosphère, sur les taches, est seulement fondé sur l'examen des dessins. Ce qui m'a guidé, c'est une consciencieuse observation directe. Je n'ai pas manqué, comme lui, de suivre les taches, de calculer l'instant où elles se trouveraient sur le bord, pour les observer, et ce que j'ai dit, je l'ai toujours trouvé vérifié. La réponse de M. Respighi ne tient aucun compte de ma remarque sur la vivacité de la ligne à spectre métallique qui remplace souvent alors la chromosphère; c'est cependant là le point intéressant. Cette ligne vive contient les vapeurs métalliques, mais elle contient aussi l'hydrogène; là, les petites flammes qui couronnent la chromosphère sont absentes, mais l'hydrogène ne manque pas. J'ai accordé ce point à M. Respighi; mais la présence ou l'absence de ces petits filaments chromosphériques n'est pas ici en question. La question est de savoir *si, en ces points, la matière rentre ou sort;* et, selon moi, elle sort. En prolongeant l'observation pendant quelque temps, on voit infailliblement se soulever de petites pointes roides; dans les temps calmes, elles n'arrivent pas à de grandes hauteurs et se dissolvent dans une masse très-brillante, dont l'éclat relatif est bien supérieur à celui des petites flammes de la chromosphère. L'hydrogène, qui forme sur le reste du Soleil une suite de petites flammes, forme ici une masse diffuse, qui se manifeste par la distance du bord solaire à laquelle apparaît la raie brillante C.

» Si l'on prétend que cette couche ainsi modifiée n'est plus la chromosphère, je le veux bien; la question devient alors une question de mots. Il est, du reste, naturel que, là où se présente le sommet d'un nuage à métaux, ces filaments déliés soient modifiés; mais la couche hydrogénique subsiste toujours; la matière se soulève en ces régions, comme dans les éruptions ordinaires, seulement elle atteint des hauteurs moindres et est intermittente. J'ai pu vérifier ce phénomène par les observations de cette semaine même; mais il y a déjà deux ans que M. Respighi a énoncé son objection, qui m'a été toujours opposée, et que j'ai discutée dans tous les cas qui se présentaient à moi. Ce n'est donc pas d'après des réminiscences ou des dessins que je me prononce.

» M. Respighi avoue que de petits détails peuvent bien passer inaperçus dans les petits instruments; or, il s'agit précisément ici de ces détails. Le filet très-brillant, qui se substitue aux petites flammes qui couronnent la chromosphère, est lui-même souvent couronné de très-petites pointes, qui peuvent bien passer inaperçues; c'est cette couche de vapeurs métalliques qui remplace la chromosphère; mais comme l'hydrogène y est très-abondant, et même à une grande hauteur, quoique sous une forme diffuse et non sous l'aspect de flammes, on ne peut pas dire, *d'une manière absolue*, que la chromosphère y fait défaut.

» Sur les taches qui arrivent au bord sans présenter les raies brillantes des éruptions métalliques, ni les flammes de l'hydrogène des facules (cas qui, du reste, est extrêmement rare), on distingue la chromosphère comme d'ordinaire. Et, en effet, pour qu'elle fît défaut, il faudrait que l'absence de chromosphère s'étendît sur une région énorme, c'est-à-dire telle que le rayon tangent qui passe sur la tache pût se prolonger sur un espace de plusieurs degrés héliographiques sans la rencontrer, sans quoi la chromosphère des régions environnant le cratère se substituerait, par projection, sur le bord solaire. Or une pareille absence est sans exemple et même, je crois, impossible. Si nous admettons une lacune dans la chromosphère, de 1 ou 2 degrés héliocentriques seulement, elle serait impossible à constater; de sorte que la proposition de M. Respighi serait impossible à vérifier. J'espère que, après ces explications, l'équivoque aura complétement disparu.

» Je viens de faire quelques expériences sur la lumière électrique, comparée à celle du Soleil, pour examiner la faculté absorbante des vapeurs métalliques. En projetant le spectre solaire sur la lumière produite par le sodium en combustion, j'ai vu se produire la diffusion des lignes D_1, D_2, précisément comme dans les taches. Non-seulement les raies s'élargissent, deviennent plus sombres et plus diffuses, mais un nuage noir se répand à droite et à gauche des deux raies, et cela jusqu'à une distance qui peut atteindre 20 fois celle des deux raies. Ce nuage léger, diffus, je l'ai retrouvé sur une tache assez considérable, dans ces jours derniers, en employant



mon hélioscope spectral. La figure ci-dessus fera mieux comprendre ce que j'ai vu, lorsque la masse de sodium était assez dense.

Tableau B. — *Résumé des observations des protubérances solaires du 1er janvier au 22 avril 1873.*

ROTATIONS.	LATITUDE NORD.									LATITUDE SUD.								
	90° à 80°	80° à 70°	70° à 60°	60° à 50°	50° à 40°	40° à 30°	30° à 20°	20° à 10°	10° à 0°	0° à 10°	10° à 20°	20° à 30°	30° à 40°	40° à 50°	50° à 60°	60° à 70°	70° à 80°	80° à 90°
Nombre des protubérances.																		
Rotat. XXIII.	"	2	3	8	10	14	14	13	12	13	15	13	9	9	10	3	1	1
» XXIV.	2	2	4	9	9	13	23	12	10	23	28	19	12	16	15	3	"	"
» XXV..	"	"	2	7	10	7	10	6	11	15	18	10	13	9	8	2	"	2
» XXVI.	"	2	2	13	11	18	17	12	16	15	18	20	21	7	9	5	"	2
Totaux...	2	6	11	37	40	52	64	43	49	66	79	62	55	41	42	13	1	5
Hauteur des protubérances. Unité de mesure = 8″.																		
Rotat. XXIII.	"	3,5	4,2	5,7	7,1	6,7	7,0	4,9	6,7	6,1	4,7	7,8	7,3	5,3	4,3	4,3	3,0	3,0
» XXIV.	4,0	4,5	4,5	5,3	7,2	8,8	7,0	4,8	6,3	6,2	6,1	6,1	6,1	6,2	5,4	4,3	"	"
» XXV..	"	"	5,0	7,2	6,2	6,6	7,7	5,7	5,4	7,6	6,4	5,9	6,5	5,7	5,6	5,0	"	4,0
» XXVI.	"	4,0	4,0	5,0	5,0	7,4	6,1	5,7	4,8	6,0	6,7	6,2	8,1	8,0	5,4	4,2	"	3,5
Moyennes.	4,0	4,0	4,4	5,8	6,4	7,6	6,9	5,4	5,8	6,5	6,0	6,5	7,0	6,3	5,2	4,4	3,0	3,5
Largeur moyenne des protubérances. Unité = 16″.																		
Rotat. XXIII.	"	9,0	6,5	5,8	6,4	8,9	7,5	7,5	7,7	6,6	7,5	8,2	6,6	6,3	7,5	6,0	3,0	10,0
» XXIV.	6,0	6,0	5,8	5,8	6,0	8,1	7,6	6,3	6,8	6,9	7,1	7,1	7,3	6,7	7,3	6,7	"	"
» XXV..	"	"	5,5	8,3	7,8	8,5	8,0	6,7	6,3	6,3	7,2	7,0	7,5	6,2	5,7	7,5	"	10,0
» XXVI.	"	6,5	3,0	5,5	6,0	7,7	7,2	5,4	5,7	7,9	6,8	6,5	6,5	6,3	5,6	3,5	"	6,5
Moyennes..	6,0	7,2	5,7	6,4	6,5	8,3	7,6	6,5	6,6	6,9	7,2	7,2	6,9	6,4	6,5	5,4	3,0	8,8
Aire moyenne des protubérances. Unité = 8″ × 16″.																		
Rotat. XXIII.	"	31,0	28,0	38,2	40,2	56,9	41,8	36,3	46,2	37,0	36,7	60,3	33,9	33,9	31,9	30,5	9,0	30,0
» XXIV.	24,0	24,0	25,8	28,1	41,3	79,6	54,6	35,4	39,7	46,2	36,4	34,3	49,3	41,6	42,9	28,7	"	"
» XXV..	"	"	27,5	60,4	51,6	51,3	60,4	37,9	35,6	42,5	44,3	38,7	48,2	34,1	34,8	37,5	"	30,0
» XXVI.	"	26,0	12,0	30,9	31,5	66,6	49,8	26,0	28,1	50,2	50,3	38,5	39,5	55,2	35,8	14,7	"	21,0
Moyennes.	24,0	27,0	23,8	39,4	41,2	63,8	51,6	36,4	34,9	44,7	41,4	42,9	41,7	41,2	38,4	27,9	9,0	27,0
Étendue des facules, en degrés de circonférence.																		
Rotat. XXIII.	"	"	10,0	6,5	5,8	6,9	8,8	6,4	5,2	8,2	8,6	7,7	5,1	6,8	2,0	"	"	"
» XXIV.	"	"	7,0	6,5	6,0	7,5	8,4	6,2	5,1	7,0	7,8	7,5	3,3	3,2	1,5	"	"	"
» XXV..	"	"	"	4,8	5,5	8,1	7,5	5,6	3,8	8,5	6,8	5,4	5,5	"	"	"	"	"
» XXVI.	"	"	"	2,5	6,2	7,7	8,2	7,6	3,9	7,6	9,1	5,2	5,5	6,2	"	"	"	"
Moyennes.	"	"	8,5	5,1	5,9	7,8	8,2	6,4	4,5	8,1	8,1	6,4	4,9	5,4	1,7	"	"	"
Nombre des protubérances à partir de 64″.																		
Rotat. XXIII.	"	"	"	1	4	4	5	"	3	2	2	4	3	2	"	"	"	"
» XXIV.	"	"	"	"	2	7	7	1	3	6	5	5	4	4	2	"	"	"
» XXV..	"	"	"	4	2	2	5	1	1	8	6	3	7	"	1	"	"	"
» XXVI.	"	"	"	"	1	11	3	"	1	4	5	5	5	4	2	"	"	"
Totaux...	"	"	"	5	9	24	20	2	8	20	18	17	19	10	5	"	"	"
Nombre des protubérances d'une hauteur supérieure à 40″.																		
Rotat. XXIII.	"	"	1	5	6	11	11	4	6	9	5	8	11	6	5	1	"	"
» XXIV.	"	"	"	10	8	16	10	7	6	10	14	12	17	6	6	"	"	"
» XXV..	"	"	2	5	8	7	7	4	10	5	7	7	11	7	7	7	2	"
» XXVI.	1	1	4	6	6	12	14	6	8	18	18	12	6	10	13	1	"	"
Totaux...	1	1	7	26	28	46	42	21	30	42	44	39	45	29	31	9	2	"

» La raie D_3 m'a paru coïncider avec une des raies noires du groupe des raies D, qui se manifestent près de l'horizon, par l'influence de l'atmosphère terrestre.

» Avec le fer, j'ai obtenu une raie brillante, très-nette, entre les deux raies les plus voisines b'' et b''' du magnésium. Parmi les nombreuses raies du fer, dans la lumière électrique d'une pile de 50 éléments, je n'ai pas réussi à y distinguer la raie 1474 K, quoique j'en aie compté plus de 480. J'espère pouvoir répéter l'expérience, pour vérifier le fait; s'il se confirme, le gaz de la couronne ne contiendrait pas de fer.

» Le magnésium, dans la lampe électrique, m'a donné des raies extrêmement élargies et nébuleuses au bord, comme avec le sodium; elles arrivaient presque à se toucher, comme je l'ai observé dans une éruption solaire exceptionnellement violente.

» Cette grande diffusion des raies du magnésium est accompagnée de l'apparition, dans le bleu, des bandes graduées qu'on attribue à l'oxyde de magnésium. Si ces diffusions des lignes principales étaient dues aussi aux oxydes, nous y trouverions une preuve de la production de phénomènes d'oxydation dans le Soleil : la solution de ces questions n'est pas du ressort des astronomes, mais des chimistes; j'espère qu'ils nous viendront en aide.

TABLEAU A. — *Rotations solaires et leurs époques.*

Rotation.	Commencement et fin 1873.	Nombre de protubérances observées.	Jours des observations.	Nombre moyen par jour.
XXIII,	du 1er janvier au 28..........	150	15	10,0
XXVI,	du 29 janvier au 25 février....	200	19	19,5
XXV,	du 26 février au 25 mars......	190	15	12,6
XXVI,	du 26 mars au 22 avril........	188	18	10,5 »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur l'influence de la réfraction atmosphérique, relative à l'instant d'un contact dans un passage de Vénus.* Note de M. ED. DUBOIS, présentée par M. Faye.

(Renvoi à la Commission du passage de Vénus.)

« Pour simplifier cette recherche, nous allons supposer Vénus réduite presque à un point mathématique, et voir si la présence de l'atmosphère

change le moment où un observateur voit ce point, mobile dans l'espace, en contact avec le contour du Soleil.

» Au moment d'un passage, Vénus ne se voit que négativement sur le disque solaire, c'est-à-dire qu'elle intercepte, par son opacité, le rayon solaire qui, sans elle, arriverait à l'œil de l'observateur.

» Soit a (*fig.* 1) un point du contour solaire, et O l'œil de l'observateur,

Fig. 1.



supposé d'abord *sans atmosphère*. Si, par son mouvement relatif dans l'espace, Vénus vient se placer en V sur le rayon aO, le point a ne sera plus aperçu.

» Mais si l'observateur s'entoure d'une atmosphère $\alpha\alpha'$, ce n'est plus, comme précédemment, le rayon aO qui arrivera à l'œil, mais un autre rayon ab, qui, réfracté suivant la courbe bO, fera apercevoir le point a en a', *malgré la présence de Vénus* sur le rayon aO.

» Ainsi, sans atmosphère, le point a serait caché par V, il y aurait contact; avec une atmosphère, le point a ne sera plus caché, il n'y aura plus contact.

» Dans le passage de 1874, il faut *une* seconde de temps pour que Vénus parcoure, sur son orbite relative, un arc d'environ 0",06. Il n'est donc pas sans intérêt de savoir si la présence de l'atmosphère ne change pas d'une manière notable l'instant d'un contact, surtout quand, pour obtenir la parallaxe solaire, nous avons besoin de l'instant du contact à 5 secondes de temps près; autrement dit que la position apparente de Vénus ne soit pas altérée par la réfraction, et dans le sens de son mouvement, d'une quantité égale à 0",3.

» Soit b (*fig.* 2) le point où le rayon ab entre dans l'atmosphère. Joignons bO.

» Dans le triangle baO, on a

$$\frac{\sin ba\text{O}}{\sin b\text{O}a} = \frac{b\text{O}}{ab},$$

ou, à cause de la petitesse des angles baO et bOa,

$$\frac{ba\text{O}}{b\text{O}a} = \frac{b\text{O}}{ab}.$$

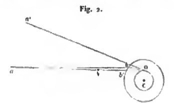


L'angle bOa est peu différent de la réfraction $a'Oa$ que subit le point a; nous pouvons donc écrire, en appelant R cette réfraction,

$$baO = R\,\frac{bO}{ab}.$$

Si l'astre est près de l'horizon, ce qui est le cas pour que l'effet de la parallaxe soit suffisant, bO est sensiblement égal à $b'O = \sqrt{2rH + H^2}$, en appelant r le rayon de la Terre et H la hauteur de l'atmosphère.

Fig. 2.



» En supposant $H = 100000$ mètres, on trouve $b'O = 0,18$ du rayon de la Terre. Comme ab est sensiblement égal à $24000r$, nous avons donc

$$\text{angle } baO = R \times \frac{0,18}{24000} = R \times 0,0000075;$$

à l'horizon, avec $R = 33'47''$, on a

$$baO = 0'',015.$$

» Sans atmosphère, le contact arriverait quand Vénus, supposée réduite à un point, viendrait rencontrer l'*une* des génératrices de la surface conique dont le sommet est à l'œil de l'observateur et qui enveloppe le Soleil.

» Avec l'atmosphère, le contact arrivera quand Vénus viendra rencontrer l'une des génératrices de la surface conique *brisée* dont le sommet est aussi à l'œil de l'observateur, et dont chaque génératrice fait, au Soleil, un angle de $R \times 0,0000075$ avec les génératrices du cône idéal.

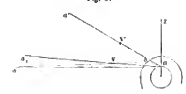
» Le changement que cela peut apporter dans l'instant d'un contact dépend évidemment de la direction du mouvement de Vénus, dans l'espace, relativement au déplacement angulaire des rayons lumineux produit par l'atmosphère. Quand Vénus cache à l'observateur le point a, c'est qu'elle se trouve *sur le rayon réfracté* abO. Le point a, qui était vu en a', n'est plus aperçu : on croit Vénus en V' (*fig.* 3).

» Vénus est donc en réalité *au-dessus du point a*, de la quantité angulaire VOa. Le triangle VaO donne

$$\frac{\sin VOa}{\sin VaO}, \quad \text{ou simplement} \quad \frac{VOa}{VaO} = \frac{Va}{VO} = \frac{7}{3},$$

d'après la distance de Vénus au Soleil.

Fig. 3.



» Donc

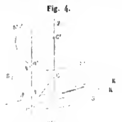
$$VOa = VaO \times \frac{7}{3} = \frac{R \times 0,0000075 \times 7}{3} = R \times 0,0000175;$$

à l'horizon

$$VOa = 0'',035.$$

» Si SaS (*fig.* 4) est une portion du contour *réel* du disque solaire, au

Fig. 4.



moment où Vénus paraît en V' sur le point a' du contour apparent $S'a'S'$ du Soleil, sa *position vraie* dans l'espace n'est donc pas en a, comme je crois qu'on l'a supposé jusqu'à présent, mais bien en V, dans le vertical du point a et à une distance angulaire $Va = R \times 0,0000175$.

» Alors si aVK est la direction du mouvement relatif de Vénus, le contact (sans atmosphère) aurait donc eu lieu en d, et la différence qui existe entre le temps du contact *réel* et le temps du contact apparent est égale au temps que Vénus met à parcourir le petit arc dV.

» Le petit triangle dVa (considéré comme rectiligne) donne

$$\frac{dV}{Va} = \frac{\sin da V}{\sin V da} = \frac{\cos a CZ'}{\cos C a K'},$$

d'où

$$dV = Va \frac{\cos a CZ'}{\cos C a K'} = R'' \times 0,0000175 \frac{\cos a CZ'}{\cos C a K'}.$$

» En appelant n la vitesse de Vénus sur son orbite relative, dans une seconde de temps, on aura, pour le temps dt cherché,

$$dt = \frac{R'' \times 0,0000175}{n} \times \frac{\cos a CZ'}{\cos C a K'};$$

aCZ' est l'angle que fait le rayon qui va au point de contact, avec le cercle vertical du Soleil; CaK' est l'angle que fait ce même rayon avec la direction du mouvement relatif de Vénus. Ces deux angles peuvent être facilement déterminés par le calcul. Comme

$$n = 0'',06 \text{ environ (en 1874)},$$

on a, à l'horizon,

$$dt = 0^s,5 \times \frac{\cos a CZ'}{\cos C a K'};$$

en supposant $aCZ' = 0$ et en remarquant que, pour 1874, l'angle CaK' est égal à 41 degrés environ, on trouve, pour ce passage, $dt < 0^s,67$. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la coloration et le verdissement du* Neottia Nidus-avis. Note de M. **Ed. Prillieux**, présentée par M. Decaisne.

(Commissaires : MM. Decaisne, Tulasne, Duchartre.)

« Il n'y a que très-peu de végétaux phanérogames qui manquent entièrement de chlorophylle, et presque tous ceux qui sont ainsi constitués sont parasites. Une plante de la famille des Orchidées, le *Neottia Nidus-avis*, fait à la règle générale une très-singulière exception. Bien que dépourvue de matière verte visible, et colorée uniformément en brun fauve dans toutes ses parties, tige, feuilles et fleurs, elle n'est pas parasite. Dans ces derniers temps, une découverte faite inopinément en Allemagne par M. Wiesner, a paru jeter un jour tout nouveau sur la vie du *Neottia Nidus-avis*. Il a vu des échantillons de cette Orchidée, qu'il mettait dans de l'alcool pour les conserver, se colorer en vert, puis abandonner à la liqueur leur couleur verte. Il a conclu de là que l'exception que semble faire à la loi commune

le *Neottia Nidus-avis* n'est qu'apparente, et que la plante brune contient, en réalité, de la chlorophylle qui, bien que masquée, n'en joue pas moins le même rôle que la chlorophylle visible des plantes vertes.

» Quand on examine au microscope un pétale de fleur de *Neottia Nidus-avis*, on voit que la coloration en brun de ces organes est due à de très-petits corps bruns, généralement très-allongés, qui sont répandus sans ordre apparent dans les cellules ou y sont groupés autour du nucléus. Si on les observe à l'aide d'un grossissement suffisant, on reconnaît qu'ils ont la forme de paillettes cristallines, le plus souvent triangulaires, à angles plus ou moins aigus; souvent ces cristaux sont accolés deux à deux, de façon à présenter un angle rentrant d'un côté, ou bien à former une paillette quadrangulaire. Dans leur plus grande longueur, ils ne dépassent guère 10 à 15 millièmes de millimètre. Ces corps cristallins sont de nature protéique; ils sont analogues aux cristalloïdes qui ont été maintes fois observés dans les graines. Ils offrent, dans leur forme cristalline, cette particularité, que leurs angles sont variables; ils sont capables de se gonfler plus ou moins, selon la composition du liquide où ils sont plongés, et, par suite, leurs angles se montrent, tantôt plus, tantôt moins aigus, leurs faces, plus ou moins régulièrement planes. Ces cristalloïdes perdent leur forme cristalline aussitôt que la cellule qui les contient est altérée, et que le liquide qui les baigne perd sa composition normale. Si l'on examine sur une préparation une cellule qui a été ouverte et où l'eau pénètre, on voit, à la place des cristalloïdes, de petites masses à peu près rondes et finement granuleuses : l'eau a pénétré dans les cristalloïdes, les a gonflés et a en partie changé leur structure intime. Beaucoup de corps ont la propriété, en agissant énergiquement sur les cellules, non-seulement de déformer ainsi les cristalloïdes, mais d'altérer d'une façon très-remarquable la substance dont ils sont composés et de les colorer en vert. C'est à cette modification des cristaux bruns, de matière protéique, qu'est due l'apparition de la couleur verte que M. Wiesner a observée sur les plantes plongées dans l'alcool; mais M. Wiesner a attribué à tort aux seuls dissolvants de la chlorophylle, tels que l'alcool, l'éther, la benzine, etc., la propriété de faire apparaître la couleur verte dans le *Neottia Nidus-avis*. Les acides, tels que l'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique, l'acide nitrique, les alcalis comme la potasse la possèdent également; qui plus est, ce ne sont pas seulement de tels corps, dont les propriétés chimiques sont absolument opposées, qui agissent ainsi; la chaleur a un effet identique sur les cristalloïdes, elle les déforme et les colore en vert instan-

tanément. Ainsi, quand on plonge une tige de *Neottia Nidus-avis* dans l'eau bouillante, on la voit verdir immédiatement. Si on place la plante verdie dans un liquide qui dissout la chlorophylle, celui-ci se colore bientôt en vert, et l'on y peut constater les propriétés optiques si caractéristiques des solutions de chlorophylle. En projetant sur la surface de la liqueur un pinceau de lumière solaire concentrée à l'aide d'une loupe, on y fait apparaître une lumière de fluorescence d'un beau rouge; avec le spectroscope on y reconnaît nettement les bandes d'absorption de la chlorophylle à leur place ordinaire et avec leur intensité relative normale. Il n'y a donc pas à douter que c'est bien à de la chlorophylle qu'est due la coloration en vert du *Neottia Nidus-avis*.

» En examinant la fleur à différents âges, on peut suivre la formation des cristalloïdes bruns. Dans le jeune bouton, les cellules ne contiennent que de l'amidon en grains le plus souvent agglomérés. Dans un bouton plus gros, vers le moment de l'épanouissement, on voit les grains de fécule couverts d'une substance d'un brun clair; puis cette matière brunâtre augmente d'épaisseur en certains points, se façonne en angles saillants, et l'on voit se former ainsi progressivement les cristalloïdes. A mesure que l'épaisseur de la matière brune augmente autour du noyau de fécule et que les formes cristallines s'accusent plus nettement, l'amidon contenu à l'intérieur de la masse protéique diminue progressivement; dans les cristalloïdes que contiennent les fleurs un peu avancées, on n'en trouve d'ordinaire plus de trace. Les petits grains d'amidon que l'on rencontre dans les cristalloïdes bien formés ne sont en aucune façon analogues à ceux que produisent les grains de chlorophylle sous l'action de la lumière; ce sont de faibles restes des riches dépôts d'amidon qui précèdent l'apparition des cristalloïdes et s'épuisent pendant leur formation.

» Il est certain que, quand la matière des cristalloïdes se colore en vert, elle contient de la chlorophylle; mais peut-on affirmer que cette chlorophylle préexiste dans la paillette cristalline brune qui colore la plante vivante? Dans les Algues rouges, où l'on admet l'existence de la chlorophylle masquée par un pigment rouge, on a constaté qu'au soleil la plante vivante réduit l'acide carbonique et dégage de l'oxygène. J'ai pensé qu'une expérience directe pourrait résoudre de même pour le *Neottia Nidus-avis* la question de savoir si la chlorophylle existe dans les tissus du végétal vivant. Dans ce but, j'ai mis des pieds fleuris de *Neottia Nidus-avis* sous des éprouvettes dans de l'eau chargée d'acide carbonique, et je les ai laissés exposés,

au grand jour et au soleil quand il paraissait, de 8 heures du matin à 5 heures du soir. Quand l'expérience cessait, les plantes n'étaient pas altérées, elles exhalaient leur odeur ordinaire; souvent plusieurs fleurs s'étaient épanouies dans l'eau. J'ai répété de telles expériences plus de dix fois cette année, au Muséum, dans le laboratoire de M. Decaisne, pendant toute la durée de la floraison du *Neottia Nidus-avis*, d'abord, il est vrai, par un temps couvert et pluvieux, mais enfin à trois reprises sous un soleil sans nuages, toujours cependant avec le même insuccès; jamais je n'ai pu constater le plus faible dégagement d'oxygène. La conclusion qu'il semble naturel de tirer de cette expérience est que la chlorophylle n'existe pas dans le *Neottia Nidus-avis* vivant, et que, lorsque les cristalloïdes verdissent, c'est leur substance même qui se transforme en chlorophylle et non une matière étrangère mêlée à la chlorophylle déjà existante, qui se détruit et cesse de masquer cette dernière. Toutefois l'expérience ne me paraît pas absolument décisive en ce qui touche le point qui nous occupe. Il ne faut pas oublier, en effet, que, dans un végétal vert vivant, deux phénomènes inverses se produisent : d'une part, la matière verte réduit l'acide carbonique sous l'action de la lumière et dégage de l'oxygène; d'autre part, la respiration proprement dite, qui est indispensable aux végétaux aussi bien qu'aux animaux, consomme de l'oxygène. Si dans le *Neottia Nidus-avis* la chlorophylle existe réellement, mais en faible quantité, il n'est pas impossible qu'elle produise de l'oxygène, bien qu'il ne s'en dégage pas, et que ce gaz soit employé à mesure qu'il se forme pour les besoins de la respiration de la plante. Quoi qu'il en soit, en admettant que la matière verte existe réellement dans le *Neottia Nidus-avis* vivant, on n'en est pas moins forcé de reconnaître qu'elle n'y joue pas un rôle bien important. Il est impossible de lui attribuer la formation des éléments de tous les tissus et de ce riche dépôt d'amidon que contiennent les jeunes cellules au moment du développement de la hampe florale. Nous devons donc admettre que ces singuliers végétaux trouvent dans les débris des plantes au milieu desquelles ils croissent, des substances tout organisées qu'ils sont capables de s'assimiler, et qu'ainsi leur mode de vie est tout à fait analogue à celui des champignons qui ont reçu la dénomination de *Saprophytes*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations semi-diurnes du baromètre.* Note de M. Broun. (Extrait.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. de Tessan, Ch. Sainte-Claire Deville, Jamin.)

« On a voulu expliquer les variations simultanées des moyennes journalières de la pression atmosphérique, qui ont été observées en Europe, par des courants d'air qui s'élèvent dans les régions équatoriales, et marchent vers le nord en se déversant vers les pôles. De même, pour produire les variations diurnes du baromètre, les mêmes courants d'air devraient monter et se déverser, à droite et à gauche, sur les méridiens plus froids.

» Pendant plusieurs mois, et dans des années différentes, j'ai observé, des sommets des Ghattes, les plaines de Coromandel et de Malabar : je n'ai jamais pu voir la moindre manifestation de ces courants. Dans la belle saison de Malabar, quand l'oscillation diurne du baromètre est la plus grande, l'air, à 6000 pieds au-dessus de la mer, est, pendant des journées entières, d'une tranquillité parfaite ; des flocons de nuages se forment et se dissipent dans les vallées, sans monter et sans marcher d'un côté ou de l'autre.

» En avril, avant les moussons, les nuages commencent à se former en plus grande masse du côté de Malabar ; ils croissent graduellement, du matin jusque dans l'après-midi, montent jusqu'à une hauteur de 4000 ou 5000 pieds, se présentent vers les cols entre les deux pays (4000 pieds de haut), sans avancer, sans bouger pendant quelques heures, et disparaissent graduellement vers le soir. La tranquillité de l'atmosphère est parfois tellement grande que j'ai pu, sur ces cols, examiner les gouttelettes des nuages avec le microscope d'un théodolite, pendant qu'elles allaient et revenaient lentement devant l'objectif (1).

» La couche d'air échauffé à la surface de la Terre paraît monter jusqu'à ce qu'elle ait perdu son excès de température sur les couches plus froides ; elle est remplacée par la couche immédiatement inférieure, qui s'élève à son tour ; mais il n'y a pas de courant ascensionnel dans le sens indiqué.

» L'hypothèse que l'on a imaginée est sans fondement dans les pays où

(1) J'ai même déterminé approximativement leur grandeur, et je me suis assuré, par les petits tas d'eau que chacune déposait sur la plaque métallique du cercle, qu'elles étaient bien des gouttelettes et non pas des vésicules, comme quelques auteurs veulent les nommer.

les phénomènes à expliquer sont les plus marqués. Du reste, je ne connais pas un seul fait qui vienne à l'appui de l'hypothèse que la variation diurne du baromètre est un résultat des variations de la température. On trouve, il est vrai, dans les livres qui traitent de la Météorologie, que l'oscillation diurne est plus grande en Europe pendant l'été que pendant l'hiver; mais cela n'est pas exact, c'est l'inverse de la réalité.

» Je vais donc établir deux faits, qui doivent être connus, avant de proposer une hypothèse pour expliquer ces variations.

» Le premier consiste dans le changement de la variation diurne avec la saison, en Europe. Les équations qui représentent les variations diurnes à Makerstoun, en Écosse, déduites de quatre années d'observations, montrent qu'on ne peut pas relier directement l'oscillation simple aux variations de la température; car les époques du maximum changent de $3^h 30^m$ de l'après-midi en hiver, à 6 heures du matin en été. Quand on considère l'amplitude moyenne, déduite directement des observations, on trouve que c'est en hiver qu'elle est la plus grande et en été qu'elle est la plus petite. En hiver, le minimum du matin est le plus marqué: en été, c'est le minimum du soir. La variation diurne du baromètre pendant le jour, en été, ressemble à celle qui se produit pendant la nuit en hiver, et *vice versâ*. Ces faits, qui sont absolument opposés à une hypothèse thermique, ne découlent pas seulement des observations de Makerstoun; M. Lloyd les a également déduites des observations faites sous sa direction à l'Observatoire de Dublin, et ils résultent des conclusions tirées par M. Quetelet des observations de Bruxelles (1).

» Le second fait est relatif au changement de la variation avec la hauteur au-dessus de la mer; ce changement paraît dû à une tout autre cause que les variations de la température. J'ai fait faire des observations horaires aux Indes, depuis le 20 janvier jusqu'au 19 février 1859, par quinze observateurs placés aux stations suivantes :

	Hauteur au-dessus de la mer.		Distance horizontale			
A Trevandrum	195	pieds anglais.	de la mer,	6	kilomètres.	
B Kalliad............	1200	»	de A,	30	»	E.-N.-E.
C Kavathakay........	2700	»	de B,	$1\frac{1}{2}$	»	E.
D Kamalamudy	4530	»	....	3	»	E.
E Agustia Pic........	6130	»	....	$2\frac{1}{2}$	»	N.

(1) *Dublin Magnetical and Meteorological observations*, t. VII, et *Climat de la Belgique*, 4e partie.

» La station E est sur le sommet d'une montagne à pic des Ghattes B, C et D sur les flancs, à peu près en droite ligne avec A. Il n'y a pas de hauts plateaux près de la montagne, du sommet de laquelle on peut voir les mers de Coromandel et de Malabar jusqu'au cap Comorin. Les équations qui représentent la variation diurne à chaque station, déduites de quatre semaines d'observations horaires, donnent, entre autres, ce résultat que, plus on approche des conditions atmosphériques constantes, plus les rapports des amplitudes de l'oscillation semi-diurne à la pression totale, à chaque station, approchent d'une valeur constante; pour les lieux où il n'y a pas de hauts plateaux, on peut conclure, à partir de 6000 pieds, que *les oscillations semi-diurnes sont proportionnelles à la pression totale pour chaque station* (1).

» Laplace a démontré, dans son Livre sur les oscillations de l'atmosphère, que la force attractive de la Lune doit produire une oscillation semi-diurne dont l'amplitude sera proportionnelle à la pression totale; mais, même pour la Lune, cette amplitude doit être extrêmement petite : ainsi l'oscillation observée qui est due au Soleil ne peut pas être un résultat de la gravitation. Je crois cependant qu'il n'y a qu'une action attractive (ou répulsive) du Soleil, sur toute la masse de l'atmosphère, qui peut produire cette proportionnalité de l'amplitude à la pression totale.

» Évidemment, si cette attraction est réelle, il doit arriver que la double oscillation pendant les vingt-quatre heures se produise tout autrement que dans le cas de la gravitation, et pour cela il n'y a qu'une force polaire, produisant une attraction d'un côté et une répulsion du côté opposé de la Terre, qui puisse satisfaire à tous les faits.

» Les conclusions auxquelles je suis arrivé, sont donc :

» 1° Qu'il n'y a pas de faits qui viennent à l'appui de l'hypothèse que l'oscillation semi-diurne du baromètre est due aux actions thermiques du Soleil; l'hypothèse des courants ascensionnels n'explique nullement les faits;

» 2° Que l'oscillation semi-diurne et la diminution de son amplitude, en s'élevant dans l'atmosphère, s'accordent avec l'hypothèse d'une attraction polaire du Soleil. »

---

(1) On arrive à la même conclusion en prenant les moyennes des oscillations, déduites directement des observations.

MÉCANIQUE. — *Étude sur les appareils de chauffage à air chaud.* Mémoire de M. **Ducrot**, présenté par M. H. Sainte-Claire Deville. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Morin, Tresca.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire sur le chauffage des appartements au moyen de l'air chaud, fourni soit par des calorifères spéciaux, soit par des cheminées dites à bouches de chaleur. J'ai étudié cette question au point de vue théorique et au point de vue pratique.

» Au point de vue théorique, j'arrive aux conclusions suivantes : la quantité de calories fournies par un même appareil, marchant dans les mêmes conditions, est d'autant plus grande que l'air échauffé sort à une température plus basse. J'entends par mêmes conditions une température extérieure constante, une même quantité de combustible, disposée d'une même façon sur la grille, brûlée dans un même temps avec d'égales quantités d'air. Il existe néanmoins, pour une pièce chauffée avec un poids donné de combustible par heure, un maximum de température correspondant à une quantité d'air déterminée passant sur l'appareil réchauffeur.

» Ce maximum ne sera pas le même dans tous les cas; il dépendra de la forme de l'appareil, de son installation, de l'étendue et de la disposition des pièces à chauffer, des matériaux qui renferment ces pièces, etc. Pour se servir des formules qui conduisent à ce maximum, il faudra posséder d'abord la relation empirique qui, pour un appareil donné, relie entre eux le poids de l'air qui s'échauffe et la température à laquelle il sort. Je l'ai fait pour un cas particulier, assez semblable à celui qui se présente dans les calorifères à air chaud. En appelant θ l'excès de la température de l'air de la pièce sur la température de l'air extérieur ; t l'excès de la température de l'air chaud sur celle de l'air extérieur; p le poids de l'air qui passe dans un temps donné, et m une constante, j'ai trouvé la relation

$$t = mp\frac{t^{\frac{2}{3}}}{t^{3}}.$$

» En introduisant cette expression dans mes formules, j'arrive à montrer que, dans ce cas ou dans les cas semblables, on obtient le maximum de θ quand le rapport $\frac{t}{\theta}$ est égal à 1,56. Ce rapport, très-inférieur à celui qui existe dans la pratique ordinaire, prouve qu'on ne saurait, dans presque tous les cas, adapter aux appareils à air chaud de trop grands orifices d'échappement.

» N'ayant pu étudier qu'avec un seul appareil la relation qui unit t et p, je suis arrivé cependant aux deux règles générales suivantes, qui sont vraies, quelle que soit cette relation.

» Pour atteindre le maximum de θ, on n'aura pas à faire varier l'ouverture des bouches de chaleur d'après le feu que l'on fait; ce maximum aura toujours lieu, pour une même chambre, avec une même arrivée d'air.

» Plus une pièce est grande et facilement refroidie, plus il sera nécessaire, pour utiliser la chaleur produite, d'employer de grandes quantités d'air à une température peu élevée; et, réciproquement, plus une chambre sera petite et chaude, plus on devra restreindre l'arrivée de l'air pour obtenir le maximum de température.

» Comme conclusion pratique de ce Mémoire, j'indique une disposition d'appareil fondée sur les théories précédentes, et qui, entre autres, pour le chauffage de deux pièces par une seule cheminée, m'a donné les meilleurs résultats. »

M. E. Passot adresse, de Montauban, la première partie d'un travail sur l'épilepsie, travail qu'il se propose de compléter par la suite.

(Commissaires : MM. Cloquet, Bouillaud, Sédillot.)

M. Fauconnet adresse, de Lyon, un Mémoire intitulé « De l'arthrocace et de ses variétés. De l'onyxis ».

(Renvoi à la Commission du Concours de Médecine et Chirurgie.)

M. A. Brachet adresse une nouvelle Note sur l'emploi du corindon et du spinelle dans le microscope et sur le procédé de l'immersion.

M. Brachet demande, en outre, l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui le 26 mai 1873. Ce pli contient une Note sur une nouvelle lampe électrique des mineurs.

Ces diverses pièces seront renvoyées à la Commission du Concours Trémont.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique autorise l'Académie à prélever, sur les fonds Montyon, la somme qui a été indiquée dans la demande du 3 juin dernier.

M. F. de Lesseps prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *de Verneuil*.

(Renvoi à la future Commission.)

M. le Secrétaire perpétuel, en signalant, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume de M. *L. Gruner*, intitulé « Études sur les hauts fourneaux, suivies d'une Notice sur les appareils à air chaud », donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« Il est en Angleterre un certain nombre de maîtres de forges qui pensent qu'un haut fourneau doit nécessairement être d'autant plus économique que sa hauteur et sa capacité intérieures sont plus considérables. M. L. Bell, un des plus habiles métallurgistes anglais, est cependant d'un avis diamétralement opposé. La question valait la peine d'être examinée. C'est le sujet de mon premier Mémoire.

» La marche la plus économique serait celle où la réduction du minerai se ferait exclusivement par l'*oxyde de carbone*, c'est-à-dire sans *combustion du carbone fixe par l'acide carbonique* provenant de la réduction. Ce serait, en quelque sorte, la marche *idéale*, impossible à atteindre dans la pratique, mais dont on peut s'approcher plus ou moins, soit en donnant aux hauts fourneaux les dimensions et les formes les plus appropriées, soit en préparant convenablement le minerai et le chargeant suivant certaines règles.

» Cette marche idéale correspond, dans les gaz du haut fourneau, à un certain rapport entre les quantités d'acide carbonique et d'oxyde de carbone; et, en réalité, il suffit de déterminer ce rapport de $\frac{CO^2}{CO}$ pour pouvoir en deduire, au moins dans le cas des hauts fourneaux au coke, dont les gaz ne renferment jamais au delà de 0,001 à 0,002 d'hydrogène, non-seulement la composition exacte de ces gaz, mais encore la quantité réelle de vent reçue par le haut fourneau et les proportions de carbone brûlées, d'une part, auprès des tuyères par ce vent, et, de l'autre, par l'acide carbonique, ou le minerai, dans la zone de réduction.

» Mais l'important, pour avoir la valeur exacte de ce rapport de $\frac{CO^2}{CO}$, est d'opérer une *prise de gaz* qui corresponde bien à la composition *moyenne* des gaz, ce qui n'a jamais eu lieu jusqu'à présent, comme le reconnaît Ebelmen lui-même dans la publication de ses mémorables travaux. On peut cependant facilement réaliser ce résultat en appliquant aux gaz des hauts fourneaux l'ingénieux appareil dont s'est servi M. Scheurer-Kestner pour l'étude des produits de la combustion de la houille sous les chaudières à vapeur. En faisant usage de cet appareil et en se contentant de déterminer, dans les gaz ainsi recueillis, les quantités relatives de CO^2 et de CO, ce moyen de contrôle de la marche des hauts fourneaux devient fort simple et à la portée de toutes les usines qui possèdent un laboratoire.

» Je montre ensuite comment, de l'analyse des gaz, on peut déduire la chaleur *reçue* et la chaleur *dépensée*, et établir ainsi, en quelque sorte, la *balance calorifique* d'un haut fourneau. Je donne aussi le moyen de calculer séparément la chaleur développée auprès

des tuyères, et celle qui devient libre dans la zone de réduction, lorsque le carbone y est brûlé par l'acide carbonique, ou lorsque l'oxyde de carbone est dédoublé sous l'action du fer métallique.

» J'ai appliqué enfin la méthode nouvelle à un certain nombre d'exemples particuliers, afin d'examiner l'influence de la *hauteur* et de la *capacité* des fourneaux sur les résultats définitifs de leur marche, et pour apprécier en même temps les avantages qui peuvent résulter de l'accroissement progressif de la température du vent.

» L'étude ainsi faite m'a conduit aux conclusions suivantes :

» 1° Que la production des grands hauts fourneaux, au delà du volume de 200 mètres cubes, ne croît pas proportionnellement à leur capacité.

» 2° Que jusqu'à une certaine limite, variable avec l'état du minerai et du combustible, il y a avantage à *surélever* les hauts fourneaux ; mais que, à partir de cette limite, il n'y a plus aucun avantage à grossir le volume et la hauteur de ces appareils, parce que, à partir de là, grâce au *dédoublement* de l'oxyde de carbone, la température des gaz ne peut plus être abaissée au gueulard des hauts fourneaux.

» 3° Que la consommation *minimum* correspond à une vitesse *moyenne* de la descente générale des charges ; c'est-à-dire qu'un *défaut* comme un *excès* de vent peuvent tous deux conduire à une consommation exagérée. Dans les deux cas, on tend à s'éloigner de la marche *idéale*.

» 4° Que la chaleur apportée par le vent chaud remplace avec avantage celle que fournit la combustion directe auprès des tuyères ; que l'économie relative diminue cependant à mesure que la température s'élève davantage. Au delà de 700 à 800 degrés, l'économie réelle devient peu considérable. Le vend chaud, en refroidissant le haut des fourneaux, y favorise le dédoublement de l'oxyde de carbone et, par cela même, la marche *idéale*.

» Quant au second Mémoire, je dirai seulement qu'il a pour but l'étude comparative des divers appareils nouveaux, en pâte ou en briques réfractaires, dont on se sert depuis peu dans les forges. »

M. le Secrétaire perpétuel signale encore, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume de M. *Ville*, portant pour titre « Exploration géologique du Beni-Mzab, du Sahara et de la région des steppes de la province d'Alger ;

2° La troisième livraison des « Animaux fossiles du Mont-Léberon (Vaucluse). Études sur les vertèbres, par M. *A. Gaudry* » ;

3° Une brochure de M. *A.-F. Pouriau*, sur « l'Industrie laitière dans les deux Savoies ».

ASTRONOMIE. — *Sur la constitution du Soleil et la théorie des taches.* Note de M. E. Vicaire.

« Ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de l'exposer, je pense que les grands phénomènes lumineux et calorifiques, dont le Soleil est le siége, n'ont lieu

qu'à la surface, tandis que l'intérieur est occupé par un noyau liquide, moins lumineux et moins chaud que cette surface.

» Je considère ce noyau comme formé principalement de matières combustibles : l'hydrogène d'abord, puis les autres corps dont la présence est révélée par l'analyse spectrale, notamment le sodium, le magnésium, le calcium, le fer, le silicium, enfin probablement un grand nombre d'autres corps simples, qui, pour diverses raisons, ne se manifestent pas ou n'ont pas été reconnus jusqu'ici par les phénomènes spectraux.

» A quel état s'y trouve l'hydrogène? Ce n'est sans doute pas à l'état de liberté, bien qu'on pût le supposer, sinon liquéfié par l'énorme pression qui règne à la surface de ce noyau, du moins condensé dans d'autres corps, comme les gaz qui se dégagent de la fonte en fusion ou l'hydrogène du fer météorique de Lenarto. Vraisemblablement il est engagé dans des combinaisons combustibles, telles que les hydrocarbures, et cette hypothèse trouvera une vérification dans la théorie des taches. Quant aux autres corps, il serait oiseux d'imaginer des hypothèses sur leur mode de groupement atomique. J'indiquerai seulement la possibilité qu'ils forment pour une partie, avec l'hydrogène et le carbone, ces combinaisons du genre de ces produits organo-métalliques que les chimistes sont parvenus à préparer en grand nombre. Leur volatilisation pourrait être ainsi facilitée.

» Ce noyau est entouré d'une vaste atmosphère, composée principalement d'oxygène. C'est cette atmosphère dont les parties extrêmes se manifestent à nos yeux par la lumière zodiacale, symétrique, on le sait, par rapport au plan de l'équateur solaire; c'est elle qui constitue le milieu résistant révélé par la comète d'Encke; c'est elle qui détermine la formation de la queue des comètes, suivant la théorie de Newton, complétée en ceci, que l'échauffement du noyau cométaire n'est pas dû seulement à la proximité du Soleil, mais aussi à la résistance de l'atmosphère de cet astre. Cet échauffement peut aller jusqu'à l'incandescence et donner lieu au dégagement de lumière propre qui a été reconnu dans certaines comètes, de sorte que ce phénomène ne serait que la reproduction, sur une échelle beaucoup plus vaste, de celui des étoiles filantes.

» La lumière et la chaleur que dégage le Soleil sont dues, on le voit de suite, à la combustion qui a lieu à la limite commune du noyau combustible et de cette atmosphère comburante (1). Quant aux produits de cette

(1) Je n'ignore pas que, d'après un calcul bien connu, cette combustion ne suffirait à entretenir le rayonnement solaire que pendant quelques milliers d'années; mais je pense être



combustion, ils se partagent en deux parties : les uns, tels que la vapeur d'eau, se dispersent dans l'atmosphère, et c'est sans doute cette vapeur d'eau, en partie dissociée, qui donne les raies de l'hydrogène dans le spectre de la couronne des éclipses; les autres, tels que les oxydes métalliques, la silice et les combinaisons de ces corps entre eux, retombent dans le noyau central.

» On voit aussi immédiatement comment sont formées les diverses enveloppes qui entourent le noyau. Ces enveloppes sont au nombre de trois, qui correspondent très-exactement aux trois parties de la flamme d'une bougie. Il y a d'abord une couche de vapeurs émises par le noyau central. A la surface de cette couche commence la combustion; les oxydes métalliques et le carbone incandescent forment une nappe éclatante, c'est la photosphère. Au dehors est une couche trop élevée pour que les oxydes y parviennent en grande quantité, trop riche en oxygène pour que le carbone solide puisse y subsister : c'est la chromosphère.

» Remarquons, en passant, que l'état de choses ainsi esquissé présente l'analogie la plus complète avec celui qui a dû régner autrefois sur la Terre, suivant toutes les indications de la Géologie. La Terre, en effet, nous offre au dehors un excès d'oxygène libre ; à l'intérieur, des corps combustibles non oxydés ; entre deux, une enveloppe oxydée dans laquelle l'hydrogène et le carbone jouent un rôle considérable (1). Les sources de pétrole qui sortent de quelques-unes des formations les plus anciennes de l'écorce terrestre ne seraient-elles pas des témoins de cet ancien ordre de choses? Enfin il est évident que, avant la formation de la croûte oxydée, l'oxygène devait prédominer considérablement dans l'atmosphère de notre globe, l'azote qui s'y trouve aujourd'hui en quantité prépondérante s'étant concentré dans le résidu gazeux, à mesure que son compagnon était absorbé.

» C'est parce qu'il en est ainsi pour l'atmosphère du Soleil que la température de la surface de cet astre est supérieure à celle de nos combustions ordinaires ; mais elle est supérieure même à celles que l'on a constatées jusqu'à présent pour les combustions dans l'oxygène pur ; cela tient à deux causes : la première est la pression énorme sous laquelle cette com-

---

en mesure de prouver, s'il le fallait, que ce calcul n'a pas, à beaucoup près, la portée qu'on lui attribue.

(1) Je ne saurais omettre de mentionner à l'appui de ceci les vues émises, en ce qui concerne notre globe, par MM. de la Bèche, Élie de Beaumont, Daubrée.

bustion s'effectue; par suite de cette pression, la dissociation étant moindre, l'hydrogène et le carbone brûlent à une température plus rapprochée de ce que j'ai appelé la température *de combustion totale* (1); la seconde, c'est que la combustion est alimentée en partie par des corps, tels que le silicium et beaucoup de métaux dont les oxydes ne se dissocient pas ou ne se dissocient qu'à des températures énormes. Comme la dissociation peut seule empêcher que la température réelle de combustion égale la température de combustion totale, on comprend que la température réelle, pour ces corps, doit être extrêmement élevée.

» Pour montrer l'influence de ces deux causes, il me suffira de rappeler que l'hydrogène brûlant dans l'oxygène pur, sous la pression ordinaire de l'atmosphère, donne une température de 2500 degrés, tandis que sa température de combustion totale s'élève à 6743 degrés; que la température de combustion totale du magnésium par l'oxygène est de 15079 degrés; celle du silicium, de 19099 degrés.

» A ces deux causes vient se joindre l'échauffement que subissent, avant de brûler, les vapeurs combustibles. Selon toute vraisemblance, la nappe que ces vapeurs forment entre le noyau liquide et la photosphère intercepte la plus grande partie des rayons calorifiques émis par celle-ci à l'intérieur; elle absorbe également, pour une bonne part, la chaleur des produits de combustion qui la traversent en retombant. C'est pourquoi, bien que la photosphère émette par ses deux faces la même quantité de chaleur, la quantité qui parvient jusqu'au noyau liquide et qui en détermine la vaporisation n'est qu'une fraction, et une fraction probablement très-faible, de celle que le Soleil rayonne au dehors; la différence est constamment ramenée par les vapeurs ascendantes dans la photosphère, dont elle contribue à élever la température.

» Aussi longtemps que ces vapeurs ne varient pas sensiblement de quantité et de nature, aussi longtemps que la composition moyenne de l'atmosphère n'est pas notablement altérée, la combustion doit donner toujours les mêmes résultats. Par là s'explique la constance séculaire du rayonnement solaire. C'est ainsi qu'une bougie émet, jusqu'à son entière consommation, la même quantité de lumière et de chaleur.

» Il y a plus; la combustion s'étant portée d'abord plus activement sur les corps les plus volatils, c'est-à-dire sur les combinaisons hydrogénées,

(1) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 1351, et *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIX, 1870.

les corps à oxydes fixes doivent arriver aujourd'hui dans la photosphère en plus forte proportion qu'autrefois: la température moyenne de la surface a donc pu éprouver une augmentation, et l'on comprend que le Soleil puisse envoyer à la Terre plus de chaleur qu'à une époque précédente, ce qui donnerait la clef de certains faits géologiques bien connus. Le Soleil était alors une étoile blanche, n'offrant dans son spectre que les raies de l'hydrogène, comme Sirius, Véga, et toutes celles du premier type du P. Secchi. Aujourd'hui il a passé dans le groupe des étoiles jaunes; nous entamons, si l'on veut me passer l'expression, notre réserve métallique. Quand la combustion sera plus avancée encore, il passera sans doute au troisième type.

» A mesure que la combustion progresse, le noyau liquide perd une partie de sa matière; une certaine quantité d'hydrogène, notamment, lui est soustraite d'une façon définitive; mais, d'autre part, les métaux, en s'oxydant, augmentent de volume. Il y a donc là un élément de compensation, et comme, en outre, la température reste à très-peu près constante, il n'est pas étonnant que le diamètre du Soleil reste invariable, au moins dans les limites assez larges où les observations permettent d'affirmer cette invariabilité.

» Dans une autre Communication, je montrerai comment l'explication des phénomènes observés sur la surface solaire, et principalement celle des taches et des protubérances, découle de l'hypothèse précédente; mais je dois immédiatement la compléter par une notion, nécessaire à la fois pour cette explication et pour détruire les difficultés que l'on a opposées, au point de vue mécanique, à l'existence d'une vaste atmosphère autour du Soleil.

» Cette atmosphère n'est pas en repos; elle tourne avec le Soleil, mais non à la manière d'un corps solide. Elle est en retard sur le noyau central, et ce retard augmente d'une couche à l'autre avec la distance à l'axe de rotation, comme dans la théorie des tourbillons de Newton, sauf recherche plus exacte de la loi. On verra, par la théorie même des phénomènes solaires, comment un pareil état de choses peut s'entretenir.

» Le mouvement relatif qui résulte de ce retard étant nul aux pôles et maximum à l'équateur, il pourrait expliquer pourquoi la température de la surface va en croissant dans le même sens. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la production de l'alcool méthylique dans la distillation du formiate de chaux.* Note de MM. **C. Friedel** et **R.-D. Silva**, présentée par M. Cahours.

« Dans le dernier numéro des *Annalen der Chemie und Pharmacie*, (t. CXLVII, p. 293), MM. Lieben et Paterno publient un Mémoire sur la production de l'alcool méthylique dans la distillation sèche du formiate de chaux. Ces chimistes, de même que M. Linnmann, avaient reconnu antérieurement (1) qu'en traitant par l'hydrogène naissant le produit de la distillation du formiate de chaux on obtient de l'alcool méthylique, ce qu'ils avaient considéré comme prouvant la présence de l'aldéhyde formique; d'après leurs nouvelles expériences et d'après les nôtres, cette preuve reste encore à faire.

» Avant la publication du Mémoire de MM. Lieben et Paterno, nous avons annoncé à la Société chimique, dans sa séance du 2 mai 1873 (2), que la distillation sèche du formiate de chaux fournit de l'alcool méthylique en quantité notable. Nous demandons à l'Académie la permission de lui décrire nos expériences avec quelques détails.

» Ayant étudié les produits de la distillation sèche du sel de chaux d'un nouvel acide valérianique (3) mélangé avec un excès de formiate de chaux, nous avions reconnu dans ce mélange la présence d'une certaine quantité d'alcool méthylique. Nous avons alors recherché le même alcool dans les produits de la distillation du formiate de chaux pur.

» Nous avons distillé le formiate sec par petites portions dans une cornue en verre, que nous avons placée dans une sorte de bain de sable formé d'une feuille de clinquant courbée de manière à envelopper la cornue; l'intervalle compris entre le clinquant et la cornue a été rempli de sable fin, et le tout chauffé d'abord doucement, puis plus fort, jusqu'à cessation du dégagement gazeux. De la sorte on évite d'avoir à luter les cornues, et un même vase peut servir plusieurs fois. En refroidissant bien le récipient, on y recueille une petite quantité d'un liquide aqueux, dans lequel nage un peu d'une matière huileuse noire, qui n'a pas été étudiée. Le liquide aqueux décanté, filtré et additionné d'une petite quantité d'eau, qui avait servi à laver le produit huileux, a été desséché à l'aide du carbo-

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CLVIII, p. 107, et t. CLXI, p. 15.
(2) *Bulletin de la Société chimique*, 2e série, t. XIX, n° 10, p. 481.
(3) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 226.

nate de potasse; il s'en est séparé un liquide brûlant avec une flamme peu colorée, ayant l'odeur de l'esprit de bois, dissolvant le chlorure de calcium; après dessiccation sur le carbonate de potasse fondu, il a distillé entre 60 et 70 degrés, et, à l'aide de l'iode et du phosphore, il a été facile de le transformer en iodure de méthyle bouillant un peu au-dessus de 40 degrés, et caractérisé par son odeur et ses propriétés.

» La réaction fournit assez d'alcool méthylique pour qu'il ait été possible d'aller jusqu'au bout de ces opérations avec 25 grammes seulement de formiate.

» En même temps que de l'alcool méthylique, il se produit très-probablement de l'aldéhyde formique; on sent, en effet, l'odeur caractéristique du dioxyméthylène. D'ailleurs cette production est en elle-même extrêmement probable, car les formiates distillés avec les sels des divers acides fournissant les aldéhydes de ces acides, les formiates seuls doivent donner naissance à l'aldéhyde formique

$$(CHO^2)^2Ca = CO^3Ca + H^2O + CH^2O.$$

» C'est la production de cette dernière et sa transformation par l'hydrogène naissant en alcool, qui nous paraît expliquer la formation de l'alcool méthylique dans la réaction que nous étudions. On sait, en effet, par les travaux de M. Berthelot, que la distillation du formiate de baryte fournit de l'hydrogène, en même temps que de l'oxyde de carbone, de l'acide carbonique, de l'éthylène, du propylène et du gaz des marais.

» Nous avons également constaté, pendant toute la durée de la décomposition du formiate, la production d'une quantité notable d'un gaz, dont une partie s'est trouvée absorbable par la solution aqueuse de chlorure d'iode en fournissant un produit huileux : c'étaient sans doute les chloriodures d'éthylène et de propylène, et dont les parties non absorbées étaient formées d'hydrogène.

» Le fait que nous venons de signaler montre une fois de plus l'analogie entre les réactions auxquelles on a donné le nom de pyrogénées et celles qui se passent à basse température : l'hydrogène naissant se comporte dans les unes comme dans les autres, et est capable de transformer par fixation directe les aldéhydes en alcools. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le térébène.* Note de M. J. Riban, présentée par M. Balard.

« Suivant des expériences déjà anciennes (1), lorsque l'on traite l'essence de térébenthine par $\frac{1}{20}$ de son poids d'acide sulfurique et que l'on distille plusieurs fois sur cet acide, on obtient un liquide inactif sur la lumière polarisée. Ce corps, auquel on a donné le nom de *térébène*, possède l'odeur du thym, bout vers 160 degrés et se combine avec l'acide chlorhydrique pour donner naissance à un sous-chlorhydrate liquide $(C^{10}H^{16})^2, HCl$.

» Telles sont les idées qui ont cours dans la science; je vais montrer que le corps ainsi obtenu n'est qu'un mélange de cymène et de véritable térébène que je suis parvenu à isoler (2) et qui, à l'état pur, ne présente pas les caractères précités.

» *Préparation du térébène.* — J'ai eu recours, pour la transformation de l'essence de térébenthine en térébène, à l'action de l'acide sulfurique concentré, signalée pour la première fois par M. Sainte-Claire Deville. De l'essence bien rectifiée bouillant de 156 à 160 degrés est traitée par $\frac{1}{20}$ d'acide sulfurique; on distille, jusqu'à 250 degrés, et le liquide, lavé à la soude caustique et séché, subit une série de traitements semblables; après cinq à huit opérations successives, on obtient un produit complétement inactif (3). Chaque distillation est accompagnée d'un dégagement abondant d'acide sulfureux, avec formation d'une quantité correspondante d'eau. Cette réaction est importante à noter, car elle nous permettra d'expliquer la formation du cymène dans les produits de la réaction.

» L'ensemble des liquides obtenus, soumis à de pénibles fractionnements qui durent plusieurs semaines, se résout : 1° en térébène, bouillant de 155 à 156 degrés; 2° en cymène de 174 à 176 degrés; 3° en une matière camphrée, passant vers 200 degrés; 4° en colophène, bouillant de 318 à 320 degrés; 5° en substances supérieures au colophène et presque solides. Les produits recueillis entre 155 et 185 degrés ont été, au préalable, traités par le sodium pour les débarrasser des composés oxygénés et sulfurés qu'ils contiennent, puis fractionnés, avec un grand soin, pour en isoler le térébène et le cymène.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXXV, p. 37.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, t. XIX, p. 242.

(3) L'appareil si délicat de M. Cornu permettait, sous une épaisseur de 200 millimètres, de déceler $\frac{1}{1000}$ d'essence de térébenthine, qui serait restée inattaquée dans le mélange.

» *Du térébène.* — Le térébène pur est un liquide incolore, mobile, qui ne se solidifie pas à — 27 degrés, d'une odeur faible, difficile à définir. Il est bien moins oxydable que son isomère, le térébenthène. Il bout d'une façon constante, toutes corrections faites, de 155 à 156 degrés sous la pression de 760 millimètres; son pouvoir rotatoire est nul.

» On a trouvé, pour sa densité,

A 0 degré............	0,877
A 20 degrés...........	0,860
A 40 degrés...........	0,843

» Il correspond à la formule $C^{10}H^{16}$

	Expérience.		
	I.	II.	Calcul.
C...........	88,27	88,13	88,24
H...........	12,04	12,01	11,76

» Sa densité de vapeur, à 184 degrés, par le procédé de M. Hoffmann, = 4,79. Calcul : 4,70.

» Traité par un mélange d'alcool et d'acide nitrique, il ne fournit pas d'hydrate cristallisé.

» Soumis à l'action du gaz chlorhydrique sec, il se prend en une masse cristalline de monochlorhydrate de térébène $C^{10}H^{16}$, HCl décomposable par l'eau froide ou bouillante, avec élimination de HCl et formation d'un camphène cristallisé. Il ne se produit, dans aucun cas, de sous-chlorhydrate liquide; un tel corps n'existe pas et ne doit être considéré que comme une dissolution de monochlorhydrate cristallisé dans du cymène en quantité variable, ainsi qu'il est aisé de s'en assurer. Placé dans les conditions où l'essence de térébenthine donne un bichlorhydrate, c'est-à-dire traité en solution alcoolique ou éthérée, par le gaz chlorhydrique sec, il ne fournit jamais que du monochlorhydrate de térébène cristallisé.

» *Transformation du térébène en polymères.* — L'acide sulfurique à 66 degrés, réagissant sur le térébène, produit une forte élévation de température qu'il faut modérer par des affusions d'eau froide; la masse s'épaissit considérablement, et, si on la distille, elle fournit un peu de carbure inaltéré, du cymène et du colophène, ou di-térébène ($C^{20}H^{32}$), bouillant de 118 à 120 degrés (corrigé), qui constitue la masse principale du liquide obtenu.

» Le protochlorure d'antimoine $SbCl^3$, projeté par petites portions dans du térébène, produit une élévation notable de température, l'action tend

à s'arrêter; on la continue à l'aide d'une douce chaleur. La masse épaissie est projetée dans l'alcool absolu froid; lavée avec ce liquide, puis traitée à plusieurs reprises par l'alcool bouillant, le résidu est dissous dans l'éther que l'on chasse par distillation; le produit restant est maintenu dans le vide à la température de 210 degrés. Le corps ainsi obtenu constitue un carbure d'hydrogène, le tétra-térébène $C^{40}H^{64}$: c'est une matière solide, presque incolore, transparente, à cassure conchoïdale, se réduisant en poussière par l'écrasement; elle se forme aussi en très-grande abondance par l'action du protochlorure d'antimoine sur l'essence de térébenthine. J'ai décrit ailleurs (1) ce carbure d'une façon sommaire, il fera l'objet d'une Communication spéciale.

» *Transformation directe du térébène en cymène.* — On l'a réalisée en distillant à plusieurs reprises du térébène pur avec $\frac{1}{20}$ de son poids d'acide sulfurique concentré; il se dégage de l'acide sulfureux en abondance, et l'on recueille de l'eau, du carbure inaltéré, du cymène et enfin du colophène. Les produits traités comme il est dit plus bas ont été transformés en sulfocyménate de baryte cristallisé.

» Mais les rendements sont faibles, car la majeure partie du térébène est transformée en colophène. Une équation très-simple rend compte de cette transformation :

$$C^{10}H^{16} + SO^4H^2 = C^{10}H^{14} + SO^2 + H^2O;$$

elle montre que l'oxygène de l'acide sulfurique brûle l'hydrogène du térébène avec formation d'acide sulfureux, d'eau et de cymène, premier terme de l'échelle de combustion du térébène. C'est le premier exemple de la transformation *directe* d'un carbure de formule $C^{10}H^{16}$ en carbure $C^{10}H^{14}$.

» J'ai tenu à montrer cette transformation sur le térébène pur, mais il eût fallu sacrifier des quantités considérables de cette matière pour faire l'étude du cymène qui en dérive; le mieux est de chercher ce dernier corps dans les produits de la préparation du térébène, où il se forme en assez grande abondance en vertu de l'équation précédente. Les parties bouillant de 170 à 185 degrés contiennent encore un peu de térébène; on les en débarrasse par l'action de l'acide sulfurique froid à 66 degrés, qui polymérise ce corps, tandis que le cymène inaltéré vient surnager, entraînant le di-térébène formé; par des fractionnements convenables on isole le cymène pur bouillant de 174 à 176 degrés (corrigé). On a établi son identité

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. XVI, p. 6.



par la combustion, la densité de vapeur et surtout par sa transformation caractéristique en sulfocyménate de baryte cristallisé en belles lames nacrées, qui a fourni, pour 100 parties de matière séchée à 120 degrés: baryum, 24,45 pour 100; calcul, 24,33. Le sel formé contient $2H^2O$ de cristallisation, comme le sulfocyménate de baryte obtenu par Delalande, avec le cymène du camphre. Le carbure dérivé du térébène paraît donc identique avec celui du camphre et isomérique avec celui de l'essence de cumin, dont le sulfocyménate ne contient que H^2O de cristallisation. Il ressort de plus de ces expériences que la soustraction de H^2 dans la molécule du térébène élève le point d'ébullition de 20 degrés.

» *Production de matière camphrée.* — Les parties de la préparation du térébène bouillant de 190 à 210 degrés laissent déposer une matière camphrée que l'on traite par l'acide nitrique pour la débarrasser des carbures liquides qui l'accompagnent. Par des sublimations fractionnées à basse température sur de la chaux, on accumule, dans les premières parties, les traces de carbure restées inattaquées. On obtient de la sorte une substance qui possède tous les caractères extérieurs et l'odeur du camphre des laurinées. Un accident de préparation m'a empêché d'en faire l'analyse; j'ai pu néanmoins en prendre le point de fusion situé à 169 degrés, ce qui porte à penser que le corps formé dans cette circonstance est identique ou isomérique avec le camphre fusible, comme on le sait, à 175 degrés.

» Ces recherches ont été faites au Collége de France, dans le laboratoire de M. Balard. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la production du pouvoir rotatoire dans les dérivés neutres de la mannite.* Note de M. G. BOUCHARDAT, présentée par M. Berthelot.

« On sait que plusieurs dérivés de la mannite font éprouver, en dissolution, une déviation au plan de polarisation. M. Loir (1) a, le premier, observé le fait sur la mannite hexanitrique et sur la mannitane. La mannite primitive et la mannite régénérée du composé nitrique actif ne lui ont pas présenté de déviation appréciable. Par la comparaison de ces faits et des faits analogues qui se rapportent à l'acide racémique, M. Loir est arrivé à considérer la mannite comme « une substance active, mais dont l'action » sur la lumière polarisée serait très-faible et difficile à mesurer ».

(1) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, p. 113; 1861.

» Depuis, M. Schützenberger (1) a constaté le pouvoir rotatoire dans deux éthers acétiques, la mannitane diacétique et la mannite hémiacétique.

» Il restait encore, après ces observations, à savoir si la mannite est une substance inactive et donnant naissance, dans chaque réaction, soit à une substance active unique, soit à un mélange de deux substances actives en sens inverse; ou bien enfin si la mannite possède le pouvoir rotatoire. C'est dans le but de décider cette question que j'ai entrepris les expériences qui font l'objet de cette Note.

» J'ai commencé par examiner des solutions sursaturées de mannite dans l'eau, dans des solutions alcalines ou dans l'acide chlorhydrique concentré. Les mesures ont été effectuées avec un polarimètre muni du double polariseur de MM. Jelett et Cornu, instrument qui permet d'apprécier les déviations à 2 minutes près. Toutes les fois que la mannite n'a pas subi de modification durable de la part du dissolvant, je n'ai pas observé de déviation supérieure à 0°2', soit à droite, soit à gauche, c'est-à-dire de l'ordre de grandeur de l'erreur possible. Les solutions renfermaient de 20 à 35 grammes de mannite dissoute dans 100 centimètres cubes. Les observations ont été faites avec une colonne de liquide de 400 millimètres et pour des écarts de température compris entre 11 et 28 degrés. Il en résulte que la mannite possède un pouvoir rotatoire inférieur à 2 minutes, c'est-à-dire inférieur aux quantités que nous pouvons mesurer avec les instruments les plus parfaits. D'ailleurs tous les cristaux de mannite obtenus, soit de dissolutions aqueuses, soit de dissolutions chlorhydriques, ne m'ont jamais présenté de facettes hémiédriques. Ils sont symétriques et offrent les formes observées par Schabus et par M. Des Cloizeaux. Ce fait vient à l'appui de l'opinion qui consiste à regarder la mannite comme une substance inactive non dédoublable.

» D'autre part, tous les éthers neutres de la mannite que j'ai examinés exercent une action manifeste sur la lumière polarisée. J'ai principalement étudié les éthers acétique, chlorhydrique et bromhydrique. Voici les détails :

» La mannite hexacétique a été préparée, par le procédé de M. Schützenberger, en chauffant pendant six heures, à 180 degrés, 18 parties de mannite et 80 parties d'acide acétique anhydre. On purifie la mannite hexacétique en la faisant cristalliser dans l'acide acétique. Ce sont des cristaux orthorhom-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*; 4e série, t. XXI, p. 235.



biques symétriques, fusibles à 119 degrés. On observe la combinaison des faces m, p, a^2, e^1. Les angles mesurés sont :

$$m : m = 73^\circ 40', \quad a^2 : p = 140^\circ 42', \quad e^1 : p = 114^\circ 50', \quad m : a^2 = 112^\circ 2'.$$

» Ce composé est insoluble dans l'eau froide, l'alcool et l'éther, il est soluble dans l'acide acétique cristallisable. Les solutions acétiques dévient à droite le plan de polarisation; le pouvoir rotatoire spécifique de la substance est de + 18 degrés. Les alcalis hydratés saponifient la mannite hexacétique en régénérant de la mannite inactive sur la lumière polarisée.

» L'acide acétique anhydre dans ces conditions transforme en composé hexacétique plus des neuf dixièmes de la mannite. Le résidu dissous dans l'acide acétique régénéré est formé par un composé nouveau, la mannitane tétracétique $C^{12}H^4O^2(C^4H^4O^4)^4$. Ce composé n'est pas cristallisé; il est soluble en toutes proportions dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique. Son pouvoir rotatoire en solution acétique est égal à + 23 degrés. Les alcalis hydratés le saponifient en formant de la mannitane; l'acide acétique anhydre le transforme partiellement en mannite hexacétique. En outre, le chlorure acétique en présence d'acide acétique transforme intégralement la mannite en mannite hexacétique. On peut donc dire que la mannite ne se dédouble pas pour fournir plusieurs composés actifs.

» L'étude de la mannite dichlorhydrique $C^{12}H^{10}O^8(HCl)^2$ apporte des preuves nouvelles. Ce composé, lorsqu'il est très-pur, cristallise aisément dans l'eau; les cristaux appartiennent au système clinorhombique; la forme habituelle est composée des faces m, p, b^1 et d'une seule face dissymétrique g_1, toujours orientée de la même façon par rapport aux faces m et b^1. Les angles mesurés sont :

$$m : m = 91^\circ 23', \quad m : g = 133^\circ 14', \quad m : p = 91^\circ 50', \quad p : b^1 = 118^\circ 16';$$

on observe un clivage très-net parallèle à p; le plan des axes optiques est parallèle à g_1.

» J'ai choisi un à un les cristaux hémiédriques, et j'ai observé leur solution au polarimètre; le pouvoir rotatoire de la mannite dichlorhydrique hémiédrique est lévogyre et égal à $-3^\circ 75$. J'ai de même examiné une solution des cristaux holoèdres ne possédant pas la face g_1; le pouvoir moléculaire rotatoire a été trouvé identique au précédent, égal à $-3^\circ,9$. D'ailleurs les alcalis transforment les deux espèces de cristaux en mannitane monochlorhydrique dextrogyre et en mannitane β, identiques avec les produits obtenus directement. La mannite dichlorhydrique offre cette

particularité remarquable, que le pouvoir rotatoire du corps dissous apparaît en même temps que l'hémiédrie dans les cristaux.

» Le tableau suivant indique les pouvoirs rotatoires spécifiques des principaux dérivés de la mannite, que j'ai examinés pour une température comprise entre 18 et 21 degrés. Dans une seconde colonne, afin de rapporter les nombres trouvés à une unité évidemment conventionnelle, j'ai indiqué le pouvoir rotatoire moléculaire, calculé pour un même poids de mannite entré dans la combinaison :

Mannitane α	+ 6°,8	ρ = + 6,1
Mannitane β (dextrogyre, Loir)	+ 10,4	+ 9,3
Mannite dichlorhydrique	— 3,7	— 4,5
Mannitane monochlorhydrique	+ 18,7	+ 18,7
» monobromhydrique	+ 22,0	+ 27,4
Mannite hexanitrique (dextrogyre, Loir)	+ 42,2	+ 104,8
Mannitane nitrique	+ 27,2	x
» diacétique (Schützenberger)	+ 22,6	+ 30,8
» tétracétique	+ 23,0	+ 41,9
Mannite hexacétique	+ 18,0	+ 42,9

» Tous les autres dérivés de la mannite, que j'ai examinés, dévient à droite le plan de polarisation; la température et la dilution n'exercent qu'une action très-faible sur la grandeur des pouvoirs rotatoires.

» On voit dans le tableau précédent que le pouvoir rotatoire de la mannite entrée en combinaison atteint une valeur considérable, mais variable avec chaque composé et comprise entre $-4°,5$ et $+104°,8$. Or j'ai isolé la mannite provenant de plusieurs de ces composés. La mannite, régénérée de la mannite hexacétique, ne possède aucun pouvoir rotatoire, tandis que dans la combinaison elle en possède un égal à $+43$ degrés; la mannite, régénérée de la mannite hexanitrique, est inactive; il en est de même de la mannite régénérée de la mannitane et de la portion restée inaltérée dans la préparation de cette substance. Enfin j'ai précédemment reproduit la mannite inactive en fixant de l'hydrogène sur la glycose, substance cristalline, douée de pouvoir rotatoire.

» L'interprétation la plus naturelle de ces observations est d'admettre que la mannite, substauce inactive par elle-même et dans laquelle aucun fait connu n'autorise à admettre le pouvoir rotatoire, par quelque procédé qu'elle soit obtenue ou régénérée, ne serait pas dédoublable en plusieurs substances actives, mais acquerrait dans ses combinaisons avec les acides, ou par le fait de la déshydratation, la propriété d'agir sur les rayons pola-

risés. Il semble donc que, par le fait de la combinaison, il y ait création de pouvoir rotatoire, comme cela a été démontré par M. Jungfleisch (1), en modifiant par la chaleur l'acide tartrique de synthèse totale.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot au Collége de France. »

PHYSIQUE. — *Réponse à une Communication précédente de M.* du Moncel *sur les résistances maxima des bobines électriques*; par M. **Raynaud.**

« Dans une Communication insérée aux *Comptes rendus* du 9 juin, M. du Moncel prétend que « je lui fais dire ce qu'il n'a pas dit » et critique des formules que je lui ai empruntées. Je laisse au lecteur qui voudra bien comparer les Notes de M. du Moncel, en date des 10 février, 12 mai et 9 juin, à mes observations des 21 avril et 26 mai, le soin d'apprécier la justesse de ces assertions.

» Je me suis borné à rappeler que la question soulevée par M. du Moncel était complexe, et susceptible de solutions diverses, « conséquences de la formule, suivant la variable choisie », m'attachant à justifier la solution admise par la pratique. »

M. le général **Morin**, en présentant à l'Académie le numéro de juin de la « Revue d'Artillerie », s'exprime comme il suit :

« Entre autres articles intéressants contenus dans ce numéro, je dois citer une Note de M. le capitaine Guespereau, membre de la Commission d'expériences de Calais, relative à trois canons en bronze d'un système proposé avant la guerre par M. le colonel Olry, et sur lesquels de premiers essais, qu'on eut alors le tort de ne pas poursuivre avec assez d'activité, avaient permis de concevoir une opinion très-favorable.

» Ces trois canons en bronze, du calibre dit de 4, lancent des obus du poids de $4^{kg},500$ à $4^{kg},900$, ayant une enveloppe en plomb à cinq cordons. Ils se chargent par la culasse, et les résultats de leur tir ont montré qu'avec ce calibre si réduit on pouvait obtenir des portées de près de 6000 mètres

» En comparant ces derniers résultats à ceux qui avaient été observés, peu de temps avant, avec un canon d'acier du même calibre, on a constaté que les vitesses initiales obtenues avec celui-ci sont toutes supérieures d'environ 60 mètres à celles que fournissent les canons de bronze. On sait,

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 286.

d'une autre part, que le tir des bouches à feu en acier présente plus de justesse que celui des pièces en bronze. Or il nous semble que ces deux genres de supériorité de l'acier peuvent être, pour une bonne partie, attribués à cette circonstance que, le coefficient d'élasticité de l'acier étant beaucoup plus grand que celui du bronze, l'âme des bouches à feu, faites avec le premier de ces métaux, se dilate, se gonfle moins dans le tir et donne lieu à des battements, à des mouvements du projectile bien moins sensibles que dans celles de bronze.

» La dureté de l'acier, sa grande résistance à la rupture, la ductilité de celui qu'on nomme *acier doux* constituent pour ce métal un ensemble de qualités qui seules peuvent permettre de satisfaire aux conditions nouvelles imposées à l'artillerie.

» Les expériences dont il est question dans le numéro de la *Revue* que nous présentons à l'Académie ont aussi conduit à constater la supériorité de la poudre nouvelle, préparée au Bouchet, d'après les propositions de M. le capitaine Castan, tant au point de vue de l'énergie des effets balistiques, puisqu'on a obtenu des vitesses supérieures à 500 mètres, qu'à celui, non moins important, de la progressivité de la production des gaz et de la diminution de leur tension maximum. Nous devons ajouter que des moyens analogues d'atteindre ces résultats, si recherchés par tous ceux qui s'occupent de l'accroissement des effets de l'artillerie, avaient été, il y a plusieurs années déjà, signalés par M. le général Didion, dans un Mémoire auquel on n'attacha pas alors l'attention qu'il méritait. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 23 juin 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Exploration géologique du Beni-Mzab, du Sahara et de la région des steppes de la province d'Alger; par M. VILLE. Paris, Imp. nationale, 1872; in-4°, avec planches.

Animaux fossiles du Mont-Léberon (Vaucluse). Étude sur les vertébrés; par A. GAUDRY; 3e liv. Paris, F. Savy, 1873; in-4°, texte et planches.

De l'épididymite caséeuse. Thèse pour le doctorat en médecine, présentée et soutenue par Ch.-L. MOUGIN. Paris, A. Parent, 1873; in-8°.

De l'industrie laitière dans les deux Savoies; par A.-F. POURIAU. Paris, Niclaus et Cie, 1873; in-8°.

Études sur les hauts fourneaux, suivies d'une Notice sur les appareils à air chaud; par M. L. GRUNER. Paris, Dunod, 1873; in-8°.

Description et carte géologique du massif de Milianah; par A. POMEL. Paris, Savy, 1873; in-8°. (Extrait des Publications de la Société de Climatologie d'Alger.)

Base d'une théorie générale des parallèles sans postulatum; *par* M. A. BARDOT. Paris, Ch. Delagrave, 1873; br. in-8°.

Étude anatomique, organogénique et physiologique sur les Algues d'eau douce de la famille des Lémanéacées; par S. SIRODOT. Paris, G. Masson, 1872; in-4°, avec planches.

Nouvelle classification des Algues d'eau douce du genre Batrachospermum; *développement, générations alternantes;* 1re et 2e Notes; *par* M. SIRODOT. Paris, Gauthier-Villars, 1873; opuscule in-4°. (Ces deux ouvrages sont adressés par l'auteur au Concours Desmazières.)

Le Phylloxera. *Guérison probable de la vigne par un traitement préventif physiologique et naturel; par* A. DUPONCHEL. Montpellier, C. Coulet, 1873; br. in-8°.

Traité de Botanique conforme à l'état présent de la science; par J. SACHS; traduit sur la 3e édition allemande et annoté par Ph. VAN TIEGHEM; feuilles 11 à 20. Paris, F. Savy, 1873; in-8°.

(La suite du Bulletin au prochain numéro.)

ERRATA.

(Séance du 16 juin 1873.)

Page 1489, ligne 11, *au lieu de* en supposant même le procédé défectueux, *lisez* en supposant même qu'on se serve d'un procédé défectueux (pompe ou autre), les résultats n'en restent pas moins comparables entre eux.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JUIN 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Réflexions sur le Mémoire de* Lagrange *intitulé « Essai sur le Problème des trois Corps »*; par M. **J.-A. Serret** (1).

« Le Chapitre premier du Mémoire de Lagrange *sur le Problème des trois Corps* mérite d'être compté parmi les travaux les plus importants de l'illustre auteur. Les équations différentielles de ce problème, lorsqu'on ne considère, ce qui est permis, que des mouvements relatifs, constituent un système du *douzième ordre*, et la solution complète exige en conséquence *douze* intégrations; les seules intégrales connues étaient celle des *forces vives* et les trois que fournit le principe des *aires*: il en restait donc *huit* à découvrir. En réduisant à *sept* le nombre des intégrations nécessaires pour l'achèvement de la solution, Lagrange a fait faire à la question un pas considérable, et les géomètres qui se sont occupés après lui du Problème des trois Corps ne sont pas allés au delà. Leurs efforts, cependant, n'ont pas été inutiles : des méthodes nouvelles et ingénieuses ont été proposées, comme, par exemple, celle que Jacobi a développée dans son célèbre Mémoire sur l'*Élimination des nœuds dans le Problème des trois Corps*; mais ces méthodes,

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant un peu, en étendue, les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

comme celle de Lagrange, font dépendre la solution du Problème de *sept* intégrations.

» La méthode de Lagrange est des plus remarquables; elle montre que la solution complète du Problème exige seulement que l'on connaisse à chaque instant les côtés du triangle formé par les trois corps; les coordonnées de chaque corps se déterminent effectivement ensuite sans aucune difficulté. Quant à la recherche du triangle des trois Corps, elle dépend de trois équations différentielles, parmi lesquelles deux sont du *deuxième ordre*, et la troisième du *troisième ordre*. Ces équations renferment deux constantes arbitraires introduites, l'une par le principe des *forces vives*, l'autre par celui des *aires*, en sorte que les distances des corps sont des fonctions du temps, et de *neuf* constantes arbitraires seulement. Parmi les *douze* arbitraires que l'intégration complète doit introduire, il y en a donc *trois* qui ne figurent pas dans les expressions des distances, circonstances que l'examen des conditions du Problème permet d'ailleurs de mettre en évidence *a priori*.

» Préoccupé assurément de l'application qu'il voulait faire de sa nouvelle méthode à la *Théorie de la Lune*, application qui fait l'objet du Chapitre IV de son Mémoire, Lagrange a négligé d'introduire, dans ses formules, la symétrie que comportait son analyse, symétrie qu'un très-léger changement dans les notations permet de rétablir. Les masses des trois Corps étant représentées par A, B, C, Lagrange étudie les mouvements relatifs de B et C autour de A, et il est bientôt amené à introduire en outre, dans ses formules, les quantités qui se rapportent au mouvement relatif du Corps C autour de B. Une telle direction des calculs est incontestablement défectueuse, au point de vue de l'élégance mathématique, en ce sens que les coordonnées des trois orbites relatives considérées ne figurent pas symétriquement dans les formules; mais, pour éviter cet inconvénient, il suffit, comme je viens de le dire, d'une simple modification dans les notations de l'illustre auteur, et cette modification revient à introduire, au lieu des mouvements considérés : 1° le mouvement relatif du Corps B autour de C; 2° celui de C autour de A; 3° celui de A autour de B.

» Un habile géomètre allemand, M. Otto Hesse, a repris récemment l'analyse de Lagrange en se plaçant au point de vue que je viens d'indiquer, et il a publié son travail dans le tome LXXIV du *Journal de Crelle* (imprimé à Berlin, en 1872). M. Hesse ne considère que ce qu'il nomme le *Problème restreint*, c'est-à-dire celui qui a pour objet de déterminer à chaque instant le triangle des trois Corps; c'est à ce problème restreint que Lagrange a ramené d'ailleurs, comme je l'ai dit plus haut, le problème général. M. Hesse, auquel la Science est redevable de plusieurs travaux importants, a été moins

heureux ici qu'il ne l'avait été dans d'autres occasions. Non-seulement il n'a pas réussi à perfectionner la solution parfaitement rigoureuse que nous devons à Lagrange, mais une inadvertance l'a fait tomber dans une erreur grave, que j'indiquerai plus loin, et qui infirme absolument sa conclusion. Ajoutons que la notation particulière dont le géomètre allemand fait usage pour abréger l'écriture des formules ne paraît pas préférable à celle de son illustre devancier.

» Pour justifier les remarques qui précèdent, il est nécessaire d'entrer dans quelques détails; je le ferai d'une manière succincte, en introduisant dans l'analyse de Lagrange des modifications nécessaires pour rétablir la symétrie des formules, et en dégageant la solution de tout ce qui n'est qu'accessoire.

» 1. Soient x, y, z les coordonnées rectangles du Corps B par rapport à C; x', y', z' celles du Corps C par rapport à A; x'', y'', z'' celles de A par rapport à B; on aura

$$(1) \qquad x + x' + x'' = 0, \quad y + y' + y'' = 0, \quad z + z' + z'' = 0.$$

Soient aussi

$$(2) \quad r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \quad r' = \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2}, \quad r'' = \sqrt{x''^2 + y''^2 + z''^2}.$$

» Les équations différentielles du mouvement forment trois groupes dont l'un est

$$(3) \qquad \begin{cases} \dfrac{d^2x}{dt^2} + \dfrac{A+B+C}{r^3}x - A\left(\dfrac{x}{r^3} + \dfrac{x'}{r'^3} + \dfrac{x''}{r''^3}\right) = 0, \\[2ex] \dfrac{d^2x'}{dt^2} + \dfrac{A+B+C}{r'^3}x' - B\left(\dfrac{x}{r^3} + \dfrac{x'}{r'^3} + \dfrac{x''}{r''^3}\right) = 0, \\[2ex] \dfrac{d^2x''}{dt^2} + \dfrac{A+B+C}{r''^3}x'' - C\left(\dfrac{x}{r^3} + \dfrac{x'}{r'^3} + \dfrac{x''}{r''^3}\right) = 0, \end{cases}$$

et dont les deux autres se déduisent du précédent en changeant x en y et en z. A cause des formules (1), les équations de chaque groupe peuvent être réduites à deux distinctes; ces équations coïncideraient avec les équations (A), (B), (C) de Lagrange, si l'on y faisait le simple changement de x, y, z, x'', y'', z'' en $-x''$, $-y''$, $-z''$, $-x$, $-y$, $-z$.

» Du groupe (3) et des deux groupes analogues, on déduit

$$\frac{x\,d^2y - y\,d^2x}{A\,dt^2} + \frac{x'\,d^2y' - y'\,d^2x'}{B\,dt^2} + \frac{x''\,d^2y'' - y''\,d^2z''}{C\,dt^2} = 0,$$

équation qui subsiste quand on exécute la substitution circulaire (x, y, z)

et qu'on répète cette substitution. On conclut de là les trois intégrales des aires, savoir :

$$(4)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{y\,dz - z\,dy}{A\,dt} + \frac{y'\,dz' - z'\,dy'}{B\,dt} + \frac{y''\,dz'' - z''\,dy''}{C\,dt} = a,\\ &\frac{z\,dx - x\,dz}{A\,dt} + \frac{z'\,dx' - x'\,dz'}{B\,dt} + \frac{z''\,dx'' - x''\,dz''}{C\,dt} = b,\\ &\frac{x\,dy - y\,dx}{A\,dt} + \frac{x'\,dy' - y'\,dx'}{B\,dt} + \frac{x''\,dy'' - y''\,dx''}{C\,dt} = c, \end{aligned}\right.$$

a, b, c étant trois constantes arbitraires.

» Ensuite, si l'on fait

$$(5)\quad u^2 = \frac{dx^2 + dy^2 + dz^2}{dt^2},\quad u'^2 = \frac{dx'^2 + dy'^2 + dz'^2}{dt^2},\quad u''^2 = \frac{dx''^2 + dy''^2 + dz''^2}{dt^2},$$

et que l'on ajoute ensemble les équations du groupe (3) et des deux analogues, après avoir multiplié ces équations respectivement par

$$\frac{2\,dx}{A},\ \frac{2\,dx'}{B},\ \frac{2\,dx''}{C},\ \frac{2\,dy}{A},\ \frac{2\,dy'}{B},\ \frac{2\,dy''}{C},\ \frac{2\,dz}{A},\ \frac{2\,dz'}{B},\ \frac{2\,dz''}{C},$$

on aura

$$(6)\qquad d\left(\frac{u^2}{A} + \frac{u'^2}{B} + \frac{u''^2}{C}\right) + 2(A + B + C)\left(\frac{dr}{A r^2} + \frac{dr'}{B r'^2} + \frac{dr''}{C r''^2}\right) = 0,$$

ce qui donne, par l'intégration, l'équation des forces vives, savoir :

$$(7)\qquad \left(\frac{u^2}{A} + \frac{u'^2}{B} + \frac{u''^2}{C}\right) - 2(A + B + C)\left(\frac{1}{A r} + \frac{1}{B r'} + \frac{1}{C r''}\right) = f,$$

f étant une constante arbitraire.

» 2. Posons

$$(8)\quad x'x'' + y'y'' + z'z'' = -p,\quad x''x + y''y + z''z = -p',\quad xx' + yy' + zz' = -p'',$$

ou, ce qui revient au même,

$$(9)\qquad \frac{r'^2 + r''^2 - r^2}{2} = p,\quad \frac{r''^2 + r^2 - r'^2}{2} = p',\quad \frac{r^2 + r'^2 - r''^2}{2} = p'',$$

on aura

$$(10)\qquad r^2 = p' + p'',\quad r'^2 = p'' + p,\quad r''^2 = p + p';$$

faisons en outre

$$(11)\qquad \frac{1}{r'^3} - \frac{1}{r''^3} = q,\quad \frac{1}{r''^3} - \frac{1}{r^3} = q',\quad \frac{1}{r^3} - \frac{1}{r'^3} = q'',$$

ce qui donnera

$$(12)\qquad q + q' + q'' = 0, \quad \frac{q}{r^3} + \frac{q'}{r'^3} + \frac{q''}{r''^3} = 0.$$

» Si l'on différentie deux fois la première équation (2), après l'avoir élevée au carré, on aura

$$\frac{1}{2}\frac{d^2(r^2)}{dt^2} = \left(x\frac{d^2x}{dt^2} + y\frac{d^2y}{dt^2} + z\frac{d^2z}{dt^2}\right) + u^2,$$

et cette formule subsiste quand on y remplace x, y, z, r, u par x', y', z', r', u' ou par x'', y'', z'', r'', u''. Si donc on multiplie les équations (3) par x, x', x'' respectivement, et qu'on ajoute ensuite chacune des équations résultantes avec celles qu'on en déduit par le changement de x en y et en z, on aura, en vertu de la formule précédente,

$$(13)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{1}{2}\frac{d^2(r^2)}{dt^2} + \frac{A+B+C}{r} + A(p'q' - p''q'') - u^2 = 0,\\ &\frac{1}{2}\frac{d^2(r'^2)}{dt^2} + \frac{A+B+C}{r'} + B(p''q'' - p'q') - u'^2 = 0,\\ &\frac{1}{2}\frac{d^2(r''^2)}{dt^2} + \frac{A+B+C}{r''} + C(pq - p'q') - u''^2 = 0.\end{aligned}\right.$$

Ces formules (13) répondent aux formules (F) de Lagrange, ou, ce qui revient au même, aux formules (K), en tenant compte des formules (J) de l'auteur.

» Ajoutons les quatre équations (13) et (7), après avoir divisé les trois premières par A, B, C respectivement, on aura

$$(14)\qquad \left\{\begin{aligned} &\left[\frac{1}{2A}\frac{d^2(r^2)}{dt^2} + \frac{1}{2B}\frac{d^2(r'^2)}{dt^2} + \frac{1}{2C}\frac{d^2(r''^2)}{dt^2}\right]\\ &\quad - (A+B+C)\left(\frac{1}{Ar} + \frac{1}{Br'} + \frac{1}{Cr''}\right) = f.\end{aligned}\right.$$

» Cette équation coïncide avec l'équation (L) de Lagrange, quand on y permute les lettres r et r''; c'est une transformée de l'intégrale des forces vives; elle ne renferme que les seules distances r, r', r''.

» 3. D'après les formules (1), les trois quantités

$$\begin{aligned} &(x'\,dx'' + y'\,dy'' + z'\,dz'') - (x''\,dx' + y''\,dy' + z''\,dz'),\\ &(x''\,dx + y''\,dy + z''\,dz) - (x\,dx'' + y\,dy'' + z\,dz''),\\ &(x\,dx' + y\,dy' + z\,dz') - (x'\,dx + y'\,dy + z'\,dz),\end{aligned}$$



sont égales entre elles. Si l'on désigne par $\rho\, dt$ leur valeur, on aura par le moyen des formules (8),

$$(15)\quad \left\{\begin{aligned} & x'dx'' + y'dy'' + z'dz'' = \tfrac{1}{2}(-dp + \rho\, dt), && x''dx' + y''dy' + z''dz' = \tfrac{1}{2}(-dp - \rho\, dt),\\ & x''dx + y''dy + z''dz = \tfrac{1}{2}(-dp' + \rho\, dt), && x\,dx'' + y\,dy'' + z\,dz'' = \tfrac{1}{2}(-dp' - \rho\, dt),\\ & x\,dx' + y\,dy' + z\,dz' = \tfrac{1}{2}(-dp'' + \rho\, dt), && x'dx + y'dy + z'dz = \tfrac{1}{2}(-dp'' - \rho\, dt). \end{aligned}\right.$$

» La quantité auxiliaire ρ que nous introduisons n'est autre chose que celle qui est désignée par $-\frac{d\rho}{dt}$ dans le Mémoire de Lagrange; il est évident que cette quantité peut être exprimée en fonction des vitesses u, u', u'', des distances r, r', r'' et de leurs différentielles dr, dr', dr''. En effet, considérons quatre directions respectivement parallèles à celles des rayons r, r' et des vitesses u, u'; soient L, M, N les cosinus des angles formés par la direction de r' avec les directions de u, u', r; L_1, M_1, N_1 les cosinus des angles formés par les directions de u' et r, de u et r, de u et u'. On aura entre ces six cosinus la relation connue

$$(16)\quad \left\{\begin{aligned} & 1 - (L^2 + M^2 + N^2 + L_1^2 + M_1^2 + N_1^2) + (L^2L_1^2 + M^2M_1^2 + N^2N_1^2)\\ & \quad + 2(L_1MN + M_1NL + N_1LM + L_1M_1N_1)\\ & \qquad\qquad - 2(LL_1MM_1 + MM_1NN_1 + NN_1LL_1) = 0. \end{aligned}\right.$$

On a d'ailleurs, par les formules précédentes,

$$(17)\quad \left\{\begin{aligned} & L = -\frac{\rho\, dt + dp''}{2r'u\, dt}, \quad M = \frac{dr'}{u'\, dt}, \quad N = -\frac{p''}{rr'},\\ & L_1 = \frac{\rho\, dt - dp''}{2ru'\, dt}, \quad M_1 = \frac{dr}{u\, dt}, \quad N_1 = -\frac{u^2 + u'^2 - u''^2}{2uu'}. \end{aligned}\right.$$

» Faisons, pour abréger, avec Lagrange,

$$(18)\quad \frac{u'^2 + u''^2 - u^2}{2} = v, \quad \frac{u''^2 + u^2 - u'^2}{2} = v', \quad \frac{u^2 + u'^2 - u''^2}{2} = v'',$$

d'où

$$(19)\quad u^2 = v' + v'', \quad u'^2 = v'' + v, \quad u''^2 = v + v',$$

et

$$(20)\quad \left\{\begin{aligned} & \Sigma = r^2\rho^2 - 2\left(p'\frac{dp''}{dt} - p''\frac{dp'}{dt}\right)\rho + p'\left(\frac{dp''}{dt}\right)^2 + p''\left(\frac{dp'}{dt}\right)^2 + p\left(\frac{d(r^2)}{dt}\right)^2,\\ & \Sigma' = r'^2\rho^2 - 2\left(p''\frac{dp}{dt} - p\frac{dp''}{dt}\right)\rho + p''\left(\frac{dp}{dt}\right)^2 + p\left(\frac{dp''}{dt}\right)^2 + p'\left(\frac{d(r'^2)}{dt}\right)^2,\\ & \Sigma'' = r''^2\rho^2 - 2\left(p\frac{dp'}{dt} - p'\frac{dp}{dt}\right)\rho + p\left(\frac{dp'}{dt}\right)^2 + p'\left(\frac{dp}{dt}\right)^2 + p''\left(\frac{d(r''^2)}{dt}\right)^2, \end{aligned}\right.$$

l'équation (16) deviendra, après la substitution des valeurs (17),

$$(21)\quad \left\{ \begin{aligned} &\left(\rho^2 + \frac{dp\,dp' + dp'\,dp'' + dp''\,dp}{dt^2}\right)^2 - 4(\Sigma\nu + \Sigma'\nu' + \Sigma''\nu'') \\ &\quad + 16(pp' + p'p'' + p''p)(\nu\nu' + \nu'\nu'' + \nu''\nu) = 0; \end{aligned} \right.$$

c'est précisément l'équation (N) de Lagrange. Si l'on suppose que u^2, u'^2, u''^2, y soient remplacées par leurs valeurs tirées des équations (12), la quantité auxiliaire ρ ne dépendra que des distances r, r', r'' et de leurs différentielles du premier et du deuxième ordre.

» 4. Puisque l'on a

$$(x\,dx' - x'\,dx) + (y\,dy' - y'\,dy) + (z\,dz' - z'\,dz) = \rho\,dt,$$

il s'ensuit par la différentiation

$$(x\,d^2x' - x'\,d^2x) + (y\,d^2y' - y'\,d^2y) + (z\,d^2z' - z'\,d^2z) = d\rho\,dt,$$

et, si l'on élimine les différentielles secondes des coordonnées au moyen des équations (3) et de celles qui s'en déduisent par le changement de x en y et en z, on aura

$$(22)\qquad \frac{d\rho}{dt} + \mathrm{A}pq + \mathrm{B}p'q' + \mathrm{C}p''q'' = 0;$$

cette équation n'est autre que l'équation (H) de Lagrange, en tenant compte du changement de notation.

» 5. Revenons maintenant aux équations (4) : on a identiquement

$$\begin{aligned} &(y\,dz - z\,dy)(y'\,dz' - z'\,dy') + (z\,dx - x\,dz)(z'\,dx' - x'\,dz') + (x\,dy - y\,dx)(x'\,dy' - y'\,dx') \\ &\quad = (xx' + yy' + zz')(dx\,dx' + dy\,dy' + dz\,dz') - (x\,dx' + y\,dy' + z\,dz')(x'\,dx + y'\,dy + z'\,dz), \end{aligned}$$

et cette formule subsiste quand on écrit x', y', z' ou x'', y'', z'' au lieu de x, y, z ou bien x'', y'', z'' ou x, y, z au lieu de x', y', z'. D'après cela, si l'on fait

$$a^2 + b^2 + c^2 = k^2,$$

et que l'on ajoute les équations (4), après les avoir élevées au carré, on aura, en faisant usage de la précédente formule, ainsi que des formules (2), (5), (15) et (18)

$$(23)\quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{1}{\mathrm{A}^2}\left[r^2u^2 - \frac{1}{4}\left(\frac{d(r^2)}{dt}\right)^2\right] + \frac{1}{\mathrm{B}^2}\left[r'^2u'^2 - \frac{1}{4}\left(\frac{d(r'^2)}{dt}\right)^2\right] \\ &\quad + \frac{1}{\mathrm{C}^2}\left[r''^2u''^2 - \frac{1}{4}\left(\frac{d(r''^2)}{dt}\right)^2\right] + \frac{2}{\mathrm{BC}}\left[p\nu - \frac{1}{4}\left(\frac{dp}{dt}\right)^2\right] \\ &\quad + \frac{2}{\mathrm{CA}}\left[p'\nu' - \frac{1}{4}\left(\frac{dp'}{dt}\right)^2\right] + \frac{2}{\mathrm{AB}}\left[p''\nu'' - \frac{1}{4}\left(\frac{dp''}{dt}\right)^2\right] = k^2 - \frac{\mathrm{A}+\mathrm{B}+\mathrm{C}}{\mathrm{ABC}}\rho^2, \end{aligned} \right.$$

ce qui est l'équation (H) de Lagrange.



» Si maintenant on suppose que u^2, u'^2, u''^2 soient remplacés partout par les valeurs tirées des formules (13), et que, par le moyen de l'équation (21), ρ soit éliminé des équations (22) et (23), celles-ci ne contiendront plus que les distances r, r', r''; la première sera du troisième ordre et l'autre du deuxième; en les joignant à l'équation (14), on obtiendra le système différentiel découvert par Lagrange. Ce qui précède résume la partie essentielle du Mémoire de l'auteur.

» 6. Différentions les équations (5) et remplaçons ensuite les différentielles secondes par les valeurs tirées des équations (3) et des analogues : on aura, en faisant usage des formules précédentes,

$$(24)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{d(u^2)}{dt} - 2(A+B+C)\frac{d\frac{1}{r}}{dt} + A\left(q'\frac{dp'}{dt} - q''\frac{dp''}{dt}\right) + Aq\rho = 0,\\ &\frac{d(u'^2)}{dt} - 2(A+B+C)\frac{d\frac{1}{r'}}{dt} + B\left(q''\frac{dp''}{dt} - q\frac{dp}{dt}\right) + Bq'\rho = 0,\\ &\frac{d(u''^2)}{dt} - 2(A+B+C)\frac{d\frac{1}{r''}}{dt} + C\left(q\frac{dp}{dt} - q'\frac{dp'}{dt}\right) + Cq''\rho = 0; \end{aligned}\right.$$

ces formules coïncident avec les équations (I) de Lagrange, quand on tient compte des équations (J) de l'auteur. M. Hesse leur substitue les trois combinaisons obtenues quand on les ajoute entre elles, après les avoir multipliées respectivement par $\frac{1}{A}$, $\frac{1}{B}$, $\frac{1}{C}$, puis par $\frac{1}{Ar^2}$, $\frac{1}{Br'^2}$, $\frac{1}{Cr''^2}$, puis enfin par p, p', p''. La première combinaison n'est autre chose que l'équation (6); la deuxième combinaison donne, en se servant des formules (12),

$$(25)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{1}{Ar^2}\frac{d\left(u^2 - 2\frac{A+B+C}{r}\right)}{dt} + \frac{1}{Br'^2}\frac{d\left(u'^2 - 2\frac{A+B+C}{r'}\right)}{dt}\\ &\qquad + \frac{1}{Cr''^2}\frac{d\left(u''^2 - 2\frac{A+B+C}{r''}\right)}{dt} - \left(q^2\frac{dp}{dt} + q'^2\frac{dp'}{dt} + q''^2\frac{dp''}{dt}\right) = 0; \end{aligned}\right.$$

enfin la dernière combinaison, qui seule contient ρ, est, en faisant usage de l'équation (22),

$$(26)\quad \left\{\begin{aligned} \rho\frac{d\rho}{dt} = {}& p\frac{d\left(u^2 - 2\frac{A+B+C}{r}\right)}{dt} + p'\frac{d\left(u'^2 - 2\frac{A+B+C}{r'}\right)}{dt} + p''\frac{d\left(u''^2 - 2\frac{A+B+C}{r'}\right)}{dt}\\ &+ Ap\left(q'\frac{dp'}{dt} - q''\frac{dp''}{dt}\right) + Bp'\left(q''\frac{dp''}{dt} - q\frac{dp}{dt}\right) + Cp''\left(q\frac{dp}{dt} - q'\frac{dp'}{dt}\right). \end{aligned}\right.$$

» Supposons que l'on différentie l'équation (23), ce qui fera disparaître l'arbitraire k, et que, de l'équation résultante, on tire la valeur de $\rho \frac{d\rho}{dt}$ pour la substituer dans l'équation (26). Alors, comme u^2, u'^2, u''^2 représentent les valeurs fournies par les équations (13), les équations (6), (25) et (26), qui sont toutes du troisième ordre et ne renferment aucune arbitraire, constitueront, d'après M. Hesse, le système différentiel duquel dépendent les distances r, r', r'', quand on ne fait pas intervenir les principes des forces vives et des aires. Enfin si, des mêmes équations (6), (25) et (26), on tire les valeurs de $d(u^2)$, $d(u'^2)$, $d(u''^2)$ pour les porter dans l'une des équations (24), celle-ci donnera, d'après le même géomètre, une valeur de ρ qui sera seulement du deuxième ordre; en portant cette valeur dans l'équation (23) et en joignant ensuite cette équation aux équations (14) et (26), on obtiendra un système composé de deux équations du deuxième ordre et d'une du troisième ordre, dans lequel figureront les deux constantes arbitraires f et k.

» Telle est la solution que M. Hesse propose de substituer à celle de Lagrange, solution qui serait évidemment beaucoup plus simple que celle de l'illustre auteur; mais il n'est pas difficile de se convaincre de l'inexactitude des résultats obtenus par M. Hesse, ou au moins de sa conclusion. Effectivement l'équation (26), après qu'on en a éliminé $\rho \frac{d\rho}{dt}$ par l'équation (23) différentiée, n'est pas autre chose que l'équation (6) multipliée par le facteur $\frac{r^2}{A} + \frac{r'^2}{B} + \frac{r''^2}{C}$; les trois équations du troisième ordre qui composent le premier système de M. Hesse ne sont donc pas distinctes. Le deuxième système du même géomètre ne saurait, en conséquence, avoir d'existence réelle, puisque les équations du premier système sont impropres à fournir les valeurs des différentielles du troisième ordre, ou, ce qui revient au même, les valeurs des différentielles $d(u^2)$, $d(u'^2)$, $d(u''^2)$. On ne saurait se dispenser, dans la recherche dont nous nous occupons, de tenir compte de l'équation (21), comme Lagrange a eu soin de le faire.

» Les réflexions qui précèdent ont été l'objet d'une Communication verbale que j'ai eu l'honneur de faire récemment au Bureau des Longitudes; la théorie qu'elles concernent a une si grande importance, que j'ai jugé utile de les présenter à l'Académie, en leur donnant un certain développement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Comparaison des indices de réfraction dans quelques éthers composés isomères;* par MM. Is. Pierre et Ed. Puchot.

« Parmi les nombreux éthers composés dont nous avons fait l'étude, après les avoir préparés nous-mêmes et purifiés avec soin, il en est un certaio nombre que l'on peut réunir par groupes binaires *isomères*.

» Parmi ces groupes, il s'en trouve dans lesquels la plupart des caractères physiques (densité, température d'ébullition, etc.) diffèrent assez peu pour qu'on soit tenté de les considérer comme identiques.

» Cependant chacun des éthers d'un même groupe conserve toujours la propriété caractéristique de reproduire, sous l'influence de la potasse caustique hydratée, l'alcool qui a fourni la base du composé, et l'acide combiné avec cette base, dans l'éther, forme alors avec la potasse un sel correspondant.

» Tels sont, par exemple, les groupes suivants :

I. Butyrate propylique.
Propionate butylique.

II. Valérianate éthylique.
Propionate butylique.

III. Valérianate éthylique.
Butyrate propylique.

IV. Acétate butylique.
Valérianate méthylique.

» Parmi les caractères physiques susceptibles d'une détermination facile et rigoureuse, on peut citer l'indice de réfraction; mais, pour que ce caractère ait toute sa valeur, il faut qu'il soit observé dans des conditions parfaitement définies. C'est ainsi que la température, en exerçant sur la densité des liquides observés une influence très-appréciable, peut modifier, par suite, d'une manière notable, l'indice de réfraction, en causant des variations d'un ordre plus élevé que celui des erreurs qu'on peut commettre dans la mesure de cet indice.

» Mais il se présente ici une question assez délicate : à quelles températures respectives conviendrait-il de comparer les indices de réfraction des deux substances isomères d'un même groupe? est-ce à la température ambiante, supposée la même dans les deux cas? est-ce à des températures également distantes de leurs températures d'ébullitioo respectives?

» Lorsque les deux substances à comparer ont la même densité, la même

température d'ébullition, le même coefficient de dilatation, il semble assez indifférent de choisir une température quelconque, la même, parce qu'on se trouve alors toujours dans des conditions comparables, et, en outre, à des températures équidistantes de celles de l'ébullition.

» Mais on ne saurait avoir en toute rigueur les mêmes motifs pour procéder ainsi, lorsque les deux liquides à comparer offrent de plus grands écarts dans l'expression numérique de leurs propriétés physiques fondamentales; cependant, comme les écarts de cette nature sont assez insignifiants, dans les quatre groupes qui ont plus particulièrement fixé notre attention, nous avons cru pouvoir admettre que, pour des différences minimes de température, l'indice de réfraction d'une même substance varie dans le même rapport que la densité. En nous fondant sur cette proportionnalité, et en tenant compte de cette circonstance que, dans un même groupe, la différence des températures d'ébullition est comprise entre 0°,2 et 1 degré, nous avons calculé les indices de réfraction à des températures équidistantes des températures d'ébullition, en faisant subir à la température d'observation une légère correction.

» Partant de l'ensemble de ces données, nous avons inscrit dans le tableau qui va suivre :

» 1° La densité de chaque liquide à zéro, d_0;

» 2° La densité à la température de son ébullition, d_t;

» 3° L'indice de réfraction observé à la température ambiante a (*), la même pour les deux liquides d'un même groupe, l_a;

» 4° L'indice ramené par le calcul à une température $a - \Delta$, moins élevée d'une quantité égale à la différence Δ des températures d'ébullition des deux liquides, $l_{(a-\Delta)}$:

	t	d_0	d_t	l_a	$l_{(a-\Delta)}$
I. Butyrate propylique....	135°,0	0,887	0,745	1,3972	1,3972
Propionate butylique....	135,7	0,893	0,743	1,3981	1,3989
II. Valérianate éthylique....	135,5	0,886	0,744	1,3981	1,3981
Propionate butylique....	135,7	0,893	0,743	1,3981	1,3983
III. Butyrate propylique.....	135,0	0,887	0,745	1,3972	1,3972
Valérianate éthylique....	135,5	0,886	0,744	1,3981	1,3973
IV. Acétate butylique.......	116,5	0,905	0,778	1,3901	1,3901
Valérianate méthylique...	117,5	0,901	0,774	1,3937	1,3931

» Dans chacun de ces groupes, les deux composés isomères qui le for-

(*) Cette température a, dans nos expériences, a toujours été de 15 ou 16 degrés.

ment ont sensiblement les mêmes indices de réfraction, surtout lorsque ces indices sont ramenés, par le calcul, à des températures équidistantes de celles de leur ébullition. L'accord entre ces indices de réfraction paraît d'autant plus complet qu'il existe un moindre écart entre les expressions numériques des autres caractères physiques des éthers composés qui constituent le groupe.

» Si nous comparons deux groupes ayant des équivalents différents, celui qui a le moindre équivalent paraît avoir aussi le moindre indice de réfraction, alors même qu'il a une densité plus grande, soit à zéro, soit à la température d'ébullition.

» Pour deux éthers, formés par le même acide, il ne paraît pas exister de rapport bien facile à définir entre l'indice de réfraction et l'équivalent chimique ou la densité. En effet, si nous comparons, à ces divers points de vue, les valérianates éthylique et méthylique, nous voyons que, si le premier a l'équivalent le plus élevé et un indice de réfraction notablement plus considérable, il a la plus faible densité, soit à zéro, soit à la température d'ébullition.

» De même, si nous comparons entre eux deux éthers composés à base butylique, le propionate et l'acétate, c'est le premier qui a l'équivalent le plus élevé, l'indice de réfraction le plus grand; mais il a la plus faible densité, soit à zéro, soit surtout à la température d'ébullition.

» Il semblerait donc, s'il était permis de tirer une conclusion d'un aussi petit nombre de faits, que la grandeur numérique de l'indice de réfraction, au moins pour les éthers composés, dépend plus de l'équivalent chimique du corps que de sa densité, que cette dernière soit prise à température constante, à zéro par exemple, ou qu'elle soit prise à la température d'ébullition normale. »

M. P. Gervais fait hommage à l'Académie de la 9e et de la 10e livraison de l'Ouvrage qu'il publie, avec M. *Van Beneden*, sous le titre « Ostéographie des Cétacés ». Ces livraisons contiennent la fin de l'histoire des Balénidés ou Mysticètes, rédigée par M. Van Beneden, et le commencement de l'histoire des Cétodontes ou Cétacés pourvus de dents persistantes, dont M. Gervais s'est chargé. Les planches accompagnant ces deux nouvelles livraisons ont toutes trait aux Cétodontes.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger en remplacement de feu *J. von Liebig*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Wheatstone obtient.	43 suffrages.
M. d'Omalius d'Halloy	2 »

M. Wheatstone, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour une place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *de Verneuil*. Cette Commission doit se composer de deux Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, de deux Membres pris dans les Sections de Sciences physiques, de deux Membres libres et du Président en exercice.

Les Membres qui ont obtenu le plus de voix sont :

Dans les Sections de Sc. mathématiques,	M. Élie de Beaumont. .	22	suffr.
»	M. Bertrand.	21	»
»	M. Chasles	19	»
Dans les Sections de Sciences physiques,	M. Dumas.	35	»
»	M. Chevreul.	22	»
»	M. Milne Edwards. . .	6	»
Parmi les Membres libres,	M. Passy.	20	»
»	M. Larrey.	19	»
»	M. Roulin.	18	»
»	M. Bussy.	17	»

En conséquence, la Commission se composera de M. de Quatrefages, Président, et de MM. Élie de Beaumont, Bertrand, Dumas, Chevreul, Passy, Larrey.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la théorie analytique des satellites de Jupiter.* Mémoire de M. SOUILLART, présenté par M. Puiseux. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Faye, Puiseux, Lœwy.)

« Dans un premier travail, inséré au tome II (1re série) des *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, j'ai appliqué la méthode dite de *la variation des constantes* à la recherche des formules par lesquelles on peut déterminer les perturbations du mouvement des satellites de Jupiter. Le but du Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui au jugement de l'Académie est, en premier lieu, de compléter le précédent en ce qui concerne les inégalités séculaires des excentricités et des longitudes des périjoves, et, en second lieu, de comparer les formules obtenues pour le calcul des longitudes et des rayons vecteurs, avec celles qu'on trouve pour le même objet dans la *Mécanique céleste*.

» Après avoir établi (*Mécanique céleste*, liv. VIII, n° 6) les équations qui déterminent les variations séculaires des excentricités et des périjoves, en tenant compte seulement de la première puissance de la force perturbatrice, Laplace est conduit (*Ibid.*, n° 17) à les compléter par l'addition de quelques termes qui dépendent des puissances supérieures. Seulement il emploie pour cela, sans aucune explication, un procédé qui n'est nullement en rapport avec sa méthode générale : on peut aisément reproduire ce calcul dans la marche que j'ai suivie, mais je m'en suis abstenu, le trouvant trop peu justifié, même et surtout après les remarques de Bowditch. Dans son premier Mémoire sur la même question (*Mémoires de l'Académie des Sciences pour* 1788, p. 337), Laplace avait employé un autre moyen beaucoup plus long, mais qui résulte naturellement de sa méthode, et donne la clef de celui qu'il y a substitué plus tard. Ce dernier n'est, en réalité, que l'une des formes de celui que fournit la méthode de la variation des constantes, quand on conserve dans les équations différentielles qui donnent les inégalités séculaires, outre les termes non périodiques du premier ordre par rapport à la force perturbatrice, les termes non périodiques d'ordres plus élevés. Laplace avait cru d'abord pouvoir se borner au deuxième ordre : son second procédé lui fit trouver aussi des termes sensibles dans le troisième; on peut reconnaître que le quatrième en présente de tout aussi importants, mais qu'on doit s'arrêter là. Il existe plusieurs moyens

de tenir compte des termes additionnels, et l'un de ces moyens conduit précisément à la forme d'équation que donne Laplace. C'est seulement après avoir apporté ainsi une plus grande approximation dans le calcul des inégalités séculaires, qu'il convient de comparer les formules que j'obtiens avec celles de la *Mécanique céleste*, en ce qui concerne les rayons vecteurs et les longitudes : sans cela, il arriverait que, pour un certain nombre d'entre elles, l'identité serait plus apparente que réelle. Cette comparaison est entièrement satisfaisante, si l'on se borne à prendre, dans mon Mémoire, les formules de la première approximation : il est à craindre d'ailleurs que l'incertitude des données numériques ne rende illusoire l'avantage des formules théoriquement plus exactes que j'ai indiquées en outre.

» Il y a cependant une différence qu'il faut signaler, relativement à un certain nombre d'inégalités, parce qu'elle acquiert de l'importance pour le cas des inégalités principales. Elle tient à un perfectionnement apporté par Laplace à sa méthode d'intégration, lequel a pour effet de changer un peu les dénominateurs qui s'introduisent; sans cette modification, ses formules n'auraient pas différé de celles que j'obtiens. Lorsqu'on applique à la méthode de la variation des constantes une correction équivalente, on peut retrouver identiquement les formules de la *Mécanique céleste ;* mais on peut aussi obtenir les mêmes formules débarrassées de toute correction, et sous cette dernière forme on doit, au point de vue de cette méthode, les considérer comme plus approchées. Il y a donc désaccord formel sur ce point : aussi, en ce qui concerne les grandes inégalités, il sera sans doute préférable de recourir aux formules plus exactes que j'indique pour la deuxième approximation.

» Les inégalités des rayons vecteurs ayant moins d'importance, Laplace s'occupe seulement de celles qui ne dépendent pas des excentricités : au reste, pour les longitudes elles-mêmes, certaines inégalités que j'obtiens ne se trouvent pas dans la *Mécanique céleste*, bien qu'elles ne paraissent pas insensibles. Il resterait à comparer les *équations séculaires*, mais sur ce point mon travail est incomplet, et il faudrait, pour en donner la formule, ou la rédaction en nombres, ou de nouvelles recherches théoriques relatives à la question des latitudes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Recherches sur la réflexion de la chaleur solaire à la surface du lac Léman;* par M. L. Dufour.

(Commissaires : MM. Becquerel, Ch. Sainte-Claire Deville, Jamin.)

« J'ai observé la chaleur réfléchie par l'eau, en employant la méthode des boules noircies, creuses, avec thermomètre central, qui a été proposée autrefois par M. de Gasparin. Trois boules étaient utilisées : la première, protégée par des écrans convenables, donnait la température de l'air; la deuxième, protégée contre le rayonnement direct du Soleil, recevait la chaleur réfléchie par l'eau; la troisième, entièrement libre, s'échauffait sous l'influence de la chaleur directe et de la chaleur réfléchie.

» En se basant sur les indications fournies à un même moment par les trois boules, il est possible de déterminer le *rapport* entre la chaleur réfléchie par le lac et la chaleur directement rayonnée par le Soleil. Le calcul nécessaire pour obtenir ce rapport repose sur de nombreuses expériences préliminaires et sur des considérations dont les détails ne peuvent trouver place ici.

» Les observations ont été faites dans cinq stations, situées à diverses distances du lac et à diverses altitudes au-dessus de son niveau. Les deux stations les plus rapprochées sont tout à fait au bord de l'eau; la plus éloignée est à environ 400 mètres de distance horizontale et à une altitude de 263 mètres. Toutes sont situées sur le versant nord du lac Léman, entre Lausanne et Vevay.

» Diverses circonstances empêchent que des recherches comme celles dont il est ici question aboutissent à des résultats bien concordants d'une série à l'autre. La nécessité d'opérer en plein air et dans des conditions où l'atmosphère n'est jamais parfaitement calme; l'état constamment variable de la surface de l'eau; l'état inégal de diathermancie de l'air, malgré l'apparence d'une complète sérénité de l'atmosphère; l'absorption plus ou moins considérable d'une fraction de la chaleur réfléchie par les couches basses de l'air, avant que le rayon aboutisse aux instruments, etc., sont des causes perturbatrices qui n'ont pas permis d'obtenir des résultats très-réguliers. Ces résultats, cependant, sont assez nets pour autoriser quelques conclusions d'un certain intérêt physique et météorologique.

» 1. La plus forte *proportion* de chaleur réfléchie a été 0,68 de la chaleur incidente. Ce maximum a été observé deux fois, avec des hauteurs solaires de 4°38′ et 3°34′. Une proportion comprise entre 0,4 et 0,5 de

la chaleur incidente s'est rencontrée un certain nombre de fois pour des hauteurs solaires inférieures à 7°27'. La proportion 0,3 à 0,4 a été plus fréquente pour des hauteurs solaires inférieures ou au plus égales à 11°56'. La proportion 0,2 à 0,3 a été naturellement plus fréquente encore pour des hauteurs inférieures ou au plus égales à 16°35'. La proportion de chaleur réfléchie par l'eau, lorsque la hauteur du Soleil était supérieure à 30 degrés, a été ou inappréciable ou inférieure à 0,01.

» 2. Il n'a pas pu être établi de loi reliant la proportion de chaleur réfléchie et la hauteur de l'astre. L'état variable de la surface de l'eau et l'absorption exercée par les couches d'air plus ou moins épaisses traversées par le rayon réfléchi, avant que ce rayon arrive aux appareils, sont probablement les deux causes qui empêchent la loi dont il s'agit de se manifester nettement dans les observations.

» 3. La proportion de chaleur réfléchie qui arrive aux stations éloignées n'augmente pas toujours à mesure que le Soleil s'abaisse vers l'horizon. Pour de faibles hauteurs du Soleil, cette proportion a été plusieurs fois inférieure à ce qu'elle était pour des hauteurs plus considérables. Cela est dû, probablement, au fait que, lors d'un soleil bas, les rayons se réfléchissent sur des régions du lac très-éloignées, et qu'avant d'arriver à la station ils traversent une épaisse couche d'air. L'absorption qu'ils subissent entre le point de réflexion et la station compense alors l'augmentation d'intensité due à l'accroissement de l'angle d'incidence.

» 4. En comparant les proportions de chaleur réfléchies dans divers états du lac, on peut indiquer, comme fait général, que cette proportion est plus grande lorsque la surface de l'eau est plus calme. Une seule des séries d'observations paraît faire exception à cette règle.

» 5. La *quantité réelle* de chaleur réfléchie peut s'obtenir en tenant compte, à chaque instant, de l'intensité du rayon direct et de la proportion que le lac réfléchit. La proportion réfléchie s'accroît à mesure que l'astre s'abaisse; mais l'intensité du rayon direct diminue. La combinaison de ces deux influences contraires aboutit à un maximum correspondant à une certaine hauteur de l'astre. L'existence de ce maximum se vérifie dans toutes les séries qui ont pu être prolongées jusqu'à un moment assez voisin du coucher du Soleil. On comprend d'ailleurs que la hauteur solaire correspondant au maximum varie suivant l'état de la surface de l'eau et suivant la diathermancie de l'air.

» 6. La quantité totale de chaleur que fournit la réflexion du lac à une station donnée, à partir du moment où cette réflexion devient sensible

jusqu'au coucher de l'astre, peut être comparée à celle qui est fournie directement par le Soleil pendant un temps moins prolongé. On trouve ainsi, par exemple, qu'à la station Dézaley, le 28 septembre, la réflexion a fourni une somme de chaleur à peu près égale à celle que le Soleil a rayonnée directement pendant les trois derniers quarts d'heure avant son coucher; à la station Tour-Haldimand, le 5 octobre, cette somme est à peu près équivalente à ce que le Soleil a fourni durant la dernière demi-heure, etc.

» 7. Des observations comparatives, faites avec les boules qui ont servi aux expériences et avec pyrhéliomètre direct, ont permis de transformer en quantités *absolues* les indications relatives fournies par ces boules. Après les réductions et les calculs convenables, on trouve les valeurs suivantes comme expression de la quantité absolue de chaleur réfléchie par le lac, sur *un* mètre carré d'une surface normale au rayon, depuis le moment où cette réflexion a commencé à être sensible jusque tout près du coucher du Soleil :

Station : Ouchy, 12 septembre......	104 calories
» Tour-Haldimand, 5 octobre.	84 »
» Dézaley, 28 septembre.....	112 »
» » 18 octobre	134 »

» Ces nombres sont affectés d'une incertitude inévitable, à cause des diverses circonstances perturbatrices indiquées plus haut. Cette incertitude, toutefois, n'atteint sûrement pas un quart de leur valeur, et ils sont très-probablement inférieurs plutôt que supérieurs à la quantité réelle de chaleur fournie par la réflexion. Il est d'ailleurs bien évident que la quantité de chaleur réfléchie qui aboutit en un point de la côte varie suivant la hauteur et l'orientation de la station, suivant la déclinaison du Soleil, l'état du lac, etc. Les nombres qui précèdent se rapportent à certains cas déterminés; ce sont des exemples destinés à montrer quelle peut être, dans des occasions favorables, l'importance de cette réflexion aqueuse.

» 8. L'action réfléchissante de l'eau ne dépend sans doute pas de l'absence de salure, et les phénomènes qui ont été observés à la surface du lac Léman se produisent aussi, et très-probablement dans une mesure semblable, à la surface de la mer. Cette chaleur réfléchie n'est pas sans influence sur le climat des côtes convenablement orientées, et elle doit influer favorablement sur leur végétation.

» Le rapide accroissement de la proportion de chaleur réfléchie, pour des hauteurs de plus en plus faibles du Soleil, doit avoir pour conséquence

une perte assez importante de la chaleur solaire dans les régions maritimes des hautes latitudes. Dans les hautes latitudes, en effet, l'inclinaison plus grande des rayons aboutissant à la surface de l'eau doit donner lieu à une réflexion beaucoup plus abondante. Sans doute une portion de cette chaleur réfléchie est absorbée par l'atmosphère et contribue à son réchauffement; mais une autre portion doit se perdre vers les espaces célestes. La prédominance des mers dans les hautes latitudes australes doit avoir pour conséquence une utilisation moins grande, que dans l'hémisphère nord, de la chaleur rayonnée par le Soleil. »

CHIRURGIE. — *Des transplantations de moelle des os dans les amputations sous-périostées. Expériences physiologiques; Chirurgie.* Note de M. G. Félizet, présentée par M. Cloquet. (Extrait par l'auteur.)

« Cette étude a pour base : 1° une opération pratiquée sur un blessé de vingt-six ans; 2° des expériences sur des chiens.

» 1° Les transplantations de moelle des os, dans un manchon formé par le périoste des os longs, présentent les conditions les plus favorables au succès de la greffe.

» 2° L'occlusion de la moelle greffée de la sorte, sous un manchon exactement suturé, a pour effet de produire la guérison des moignons osseux par un processus anatomo-pathologique, identique à celui qui préside à la formation du cal, d'abord cartilagineux, puis osseux, des fractures simples.

» 3° L'ouverture accidentelle du manchon ne rend pas impossible la greffe de la moelle; elle la rend incomplète en favorisant l'issue au dehors d'une partie du tissu transplanté. Elle a pour conséquence d'empêcher la formation des masses cartilagineuses. Elle entraîne l'ostéomyélite, au même titre que les sections simples des os à l'air libre dans les amputations ordinaires. »

M. Decharme, après avoir indiqué, dans une Communication précédente (1), les résultats généraux de ses expériences « sur le mouvement ascensionnel spontané des liquides dans les tubes capillaires », avait annoncé qu'il ferait connaître ultérieurement ses procédés d'expérimentation, ainsi que les tableaux numériques contenant les principaux résultats de

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 936; 1872.

ses expériences; enfin qu'il donnerait la formule générale de ce mouvement. Il vient aujourd'hui remplir cet engagement, en ce qui concerne la partie expérimentale.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. Davin appelle l'attention de l'Académie sur quelques faits qui paraissent constater l'efficacité, contre le choléra, du cuivre projeté en poudre impalpable dans l'atmosphère.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Lailler adresse, comme suite à ses précédents travaux sur l'urine, des « Considérations sur la formation des calculs biliaires ».

(Renvoi à la Commission du Concours de Médecine et Chirurgie.)

M. Fauconnet adresse une suite à ses « Etudes sur diverses maladies simples et composées ».

(Renvoi à la Commission du Concours de Médecine et Chirurgie.)

M. E. Seguin adresse un Mémoire intitulé « Thermomètres physiologiques, applicables à la Médecine, à la Chirurgie, etc. ».

(Commissaires : MM. Becquerel, Cl. Bernard, Bouillaud.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La 12e année des « Causeries scientifiques » de M. *H. de Parville*,

2° Un ouvrage de M. *de Valroger*, prêtre de l'Oratoire, intitulé « Genèse des espèces; études philosophiques et religieuses »;

3° Une brochure de M. *A. Perin*, intitulée « Nouvelles études sur le *Phylloxera* »;

4° Une brochure de M. *A. Duponchel*, intitulée « Le *Phylloxera;* guérison probable de la vigne par un traitement préventif, physiologique et naturel ».

Ces deux derniers ouvrages sont renvoyés à la Commission du *Phylloxera*.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Nouvelles observations constatant la présence du magnésium sur le bord entier du Soleil; par M.* TACCHINI.

« Palerme, 23 juin 1873.

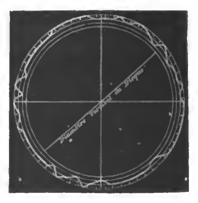
» L'année dernière, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie mes observations sur la présence du magnésium sur le bord entier du Soleil; la première observation date du 18 juin 1872. Aujourd'hui, je me permets de revenir sur ce sujet : tout récemment, j'ai eu l'occasion de constater la présence du magnésium sur le bord entier, plusieurs fois de suite, du 20 au 23 juin. La correspondance presque exacte des dates semble indiquer une influence de la déclinaison de l'astre; mais, en discutant toutes les observations, j'ai déjà démontré, dans les *Memorie*, que cette visibilité du magnésium correspond à des conditions spéciales de la surface du Soleil.

» Du 14 au 16 du mois courant, il se produisit de belles protubérances; le matin du 20, elles avaient presque entièrement disparu, et une seulement continuait à se montrer, à cause de sa position : elle était à une distance polaire de 37 degrés. A 270 degrés, je trouvai un spectre métallique, et un autre à 108 degrés. Dans le spectre de 270 degrés, les lignes D disparaissaient peu à peu, puis on voyait le renversement; ces lignes redevenaient ensuite brillantes, et ainsi de suite. Le premier de ces spectres correspondait à une facule latérale à une tache qui était déjà sortie du bord à 265 degrés. Pour l'autre spectre, je ne puis rien dire, car les observations manquent pour le jour précédent; je crois cependant qu'il n'y avait pas de taches. L'observation des raies *b* a révélé, ce même jour, la présence du magnésium dans cinquante-quatre positions, jusqu'à 324 degrés du bord. Le jour suivant, 21, on vit encore une protubérance qui était située à 37 degrés du pôle nord, et une autre près de l'équateur ouest, et, dans les autres points, la chromosphère simple, mais assez vive, et interceptée par beaucoup de pointes très-vives caractéristiques; le magnésium était visible sur le bord entier, quoique l'atmosphère ne fût pas aussi favorable que le matin précédent. Le 22, le minimum des protubérances continua à se manifester : la chromosphère était toujours belle, vive et assez filamenteuse, et le magnésium était parfaitement visible sur tout le bord. Ce matin enfin, 23, quelques protubérances nouvelles se manifestèrent, mais dans des proportions limitées; le magnésium était encore visible sur le bord entier.

» L'intensité lumineuse des lignes *b* était en correspondance directe avec l'éclat de la chromosphère. A 270 degrés, j'ai trouvé un spectre métallique,

mais sur le bord je n'ai pu observer ni tache ni facule : j'espère pouvoir répéter demain l'observation, et je suis certain de trouver ou l'une ou l'autre. Avec les raies du magnésium on distinguait encore la raie 1474 de Kirchhoff.

» Le magnésium était donc abondamment répandu, avec le fer, dans toute la chromosphère, mais avec une intensité très-variable, et sans rapport marqué avec les pôles du Soleil, comme le montre la figure ci-jointe, qui donne la courbe de l'intensité lumineuse des raies *b*, notée



ce matin. Pour montrer encore que les observations ne sont pas influencées par la position relative du disque, j'ai tracé, sur la figure, le diamètre vertical du disque, qui donne les points les plus hauts et les plus bas du bord, pendant l'observation.

» Pour la journée du 22, aux extrémités de ce diamètre, il y a des dépressions dans la courbe, et la plus forte se trouve à l'extrémité supérieure : ce sont donc des variations réelles. En général, on voit que, même dans cette période, le phénomène est plus marqué ou plus continu au pôle nord, conformément aux observations précédentes, qui donnent également la chromosphère plus prononcée dans les régions nord du Soleil. La série entière des observations du magnésium et de la chromosphère, faites jusqu'à présent, montre donc clairement que dans l'hémisphère nord du Soleil l'activité est plus grande qu'au sud, et qu'à la présence générale du magnésium correspond un minimum dans le nombre des protubérances. Enfin je dois faire observer que, dans ce moment, le nombre des taches est encore un minimum. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le désaccord qui existe entre l'ancienne théorie de la poussée des terres et l'expérience.* Note de M. J. CURIE, présentée par M. Belgrand.

« L'attention a été appelée, en 1848, par le général Ardant, dans le numéro 15 du *Mémorial de l'Officier du Génie*, sur les avantages que devaient présenter, d'après lui, les murs de revêtement à paroi intérieure inclinée, dont la pente est dirigée vers le remblai. Mais la règle qu'il a indiquée, en s'appuyant sur le principe de la théorie de la poussée des terres généralement admise, d'après lequel cette force ferait toujours avec la normale à la paroi intérieure l'angle φ' du frottement des terres contre les maçonneries, a conduit à des mécomptes.

» Dans le même volume a paru un Mémoire du lieutenant-colonel Audé, où sont décrites quelques expériences sur des revêtements à parois intérieures inclinées. Les résultats qu'il a constatés, inexplicables par la théorie ordinaire, ont été attribués à des erreurs d'expérimentation dans un troisième Mémoire, rédigé sous la direction du général Poncelet, où ces résultats sont discutés.

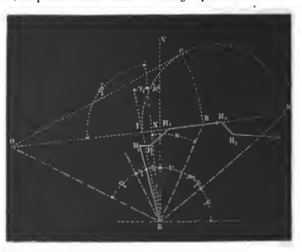
» Nous rappelons que, dans l'ancienne théorie qu'il est permis de considérer comme une simplification de la théorie de M. Maurice Levy, simplification consistant à admettre, pour faciliter le calcul et à titre de simple moyen d'approximation, que les surfaces de glissement sont planes, on peut regarder la poussée comme donnée par la décomposition du poids Q du prisme de rupture en deux forces, l'une faisant l'angle φ du talus naturel des terres avec la normale au plan de rupture, l'autre l'angle φ' du frottement des terres contre les maçonneries avec la normale à la paroi intérieure du mur, ce qui donne, pour l'expression de cette poussée,

$$H = Q \frac{\cos(\varphi + V)}{\sin(\varphi + \varphi' + \varepsilon + V)}.$$

» Soient d'ailleurs λ l'angle que fait, avec la verticale, la perpendiculaire BN au côté du profil rencontré par le plan de rupture, η l'angle avec BN du côté BI du triangle BIR de surface équivalente au profil du prisme de rupture, et u l'angle du plan de rupture BR avec BN; l'angle $V - \lambda = u$, pour lequel la poussée est maximum, est donné par la formule

$$\tan u \quad \text{ou} \quad u = -\tan(\varphi + \varphi' + \varepsilon - \lambda) + \sqrt{[\tan(\varphi + \varphi' + \varepsilon - \lambda) - \tan\eta][\tan(\varphi + \varphi' + \varepsilon - \lambda) - \cot(\varphi - \lambda)]},$$

formule qui correspond à la construction graphique indiquée sur la figure ci-jointe, et qui donne immédiatement tang V quand $\lambda = 0$.



» Soit, du reste, $BN = t$, on a

$$Q = \frac{1}{2} p t^2 (\text{tang}\,\eta + \text{tang}\,u),$$

p représentant le poids du mètre cube de terre ; il est donc facile de calculer la poussée maximum Π.

» Dans le cas général, les plans de rupture successifs correspondant à des positions du point B variables entre le sommet de la paroi intérieure et son point le plus bas ne sont pas parallèles entre eux. On doit considérer, pour chaque élément infiniment petit de la paroi BH_1, la poussée qu'il supporte, poussée qui n'est autre que la différentielle de Π. Par une construction graphique, on détermine une courbe dont l'aire représente le moment de la poussée, et, en divisant l'aire totale par cette poussée Π, on obtient le bras du levier et, par suite, le point d'application de cette force.

» Lorsque le profil du prisme de rupture est de forme triangulaire, le point d'application est situé au tiers de la hauteur de la paroi à partir de son point le plus bas ; car alors tous les plans de rupture sont parallèles entre eux, et la poussée varie proportionnellement au carré de la hauteur de la paroi.

» Les considérations qui précèdent suffisent pour l'application de l'ancienne théorie aux expériences dont nous avons à nous occuper.

» De 1855 à 1859, ayant eu à construire au Havre un mur de revêtement à paroi intérieure inclinée, nous avons été conduit à faire une expérience qui nous a paru tellement en contradiction avec la théorie reçue que nous avons dû, après un examen attentif des bases sur lesquelles elle s'appuie, nous arrêter à une nouvelle théorie. Nous l'avons développée d'abord dans un Mémoire en date du 24 mars 1859 qui existe au Dépôt des fortifications, puis dans une rédaction refondue de ce travail qui a été présentée à l'Académie le 21 décembre 1868, et enfin dans un Ouvrage que nous avons publié en 1870. En outre, dans une Note qui a été présentée à l'Académie dans sa séance du 27 mars 1871, nous avons fait connaître les objections que nous opposons à la théorie de M. Maurice Levy; nous avons cherché à établir que, dans un remblai dépourvu de cohésion, les surfaces de rupture sont bien rigoureusement planes; et nous avons fait voir que si M. Collin est arrivé, dans l'Ouvrage qu'il a publié en 1846, à conclure, à la suite de nombreuses expériences, que les surfaces d'éboulement dans les terrains argileux ont pour profil des cycloïdes, pour expliquer ce fait qui ne peut être attribué qu'à d'abondantes infiltrations produites par de fortes pluies, il suffit de remarquer que les eaux ont dû nécessairement s'écouler suivant la *brachistochrone* qui, comme on sait, n'est autre que la cycloïde.

» La différence entre les résultats de notre théorie et ceux de l'ancienne théorie est peu marquée dans le cas des revêtements à paroi intérieure verticale. Les expériences du colonel Audé ne sont pas assez précises pour pouvoir être concluantes dans de telles conditions.

» Dans le cas d'une paroi intérieure inclinée, si nous comparons le point de la base par rapport auquel le moment qui tend au renversement est nul, nous constatons que l'écart est à peu près moindre de moitié, quand on compare notre théorie à ses expériences, que quand on applique l'ancienne théorie.

» Comme nos premières expériences de 1859 et de 1869, bien que justifiant pleinement notre théorie, laissaient à désirer, les unes par suite de l'emploi d'une disposition défectueuse, les autres à cause de la petitesse de l'échelle à laquelle elles ont été faites, nous avons sollicité le concours de l'*Association scientifique* pour les refaire dans de meilleures conditions. Nous communiquerons prochainement à l'Académie le résultat de ces nouvelles expériences. Depuis qu'elles ont été commencées, nous avons eu connais-

sance d'un ouvrage de M. Winkler (Vienne, 1872) qui est arrivé de son côté à une théorie semblable à celle de M. M. Levy, et qui, ne trouvant pas un accord suffisant entre sa théorie et les expériences du colonel Audé ou les siennes propres, en a entrepris de nouvelles dont il fera connaître ultérieurement les résultats. »

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme;* par M. J.-M. GAUGAIN (1).

(Renvoi à la Commission du prix Trémaux.)

« 32. Dans une précédente Note (*Comptes rendus,* 13 janvier 1873), j'ai indiqué les modifications qui se produisent dans l'état magnétique d'un aimant en fer à cheval, lorsqu'on applique une armature de fer doux contre les faces polaires, et j'ai dit que, pour s'en rendre un compte exact, il suffisait de tracer les courbes de désaimantation avant et après l'application de l'armature; il me paraît utile d'indiquer la marche que je suis, pour obtenir la courbe de désaimantation appartenant au cas où l'armature est appliquée. Pour déterminer le courant de désaimantation qui correspond à un point donné M de l'aimant, je fais deux opérations : d'abord je mesure, par la méthode du n° 20, le courant de désaimantation qui correspond au point M, lorsque l'armature est mise de côté; ensuite, je place, sur ce même point, le toron de fils dont je me suis servi pour la première détermination; je mets l'armature en place et je l'arrache brusquement; le courant induit qui résulte de cet arrachement correspond à la diminution d'aimantation qui se produit au point M, par suite de l'enlèvement de l'armature, et, par conséquent, la somme des deux déviations obtenues représente le courant de désaimantation qui se produirait à ce même point, si l'on pouvait subitement anéantir l'aimantation sans déplacer l'armature.

» 33. Lorsqu'on applique une armature de fer doux contre les faces polaires d'un aimant en fer à cheval, l'aimantation causée par les courants d'induction se trouve augmentée dans toute l'étendue du fer à cheval et même au talon; il n'y a de diminution nulle part. Je crois devoir insister sur ce résultat, parce qu'il me paraît difficile à concilier avec l'idée, généralement admise, d'une condensation de magnétisme qui s'opérerait dans le voisinage de la surface du contact : si le magnétisme venait s'accumuler près de cette surface, comme on le suppose, il faudrait bien qu'il diminuât

(1) Les numéros placés en tête des divisions de cette Note font suite à ceux des Notes précédentes.

quelque part, et, comme je viens de le dire, l'expérience prouve qu'il augmente partout. Je crois donc que l'idée de condensation doit être abandonnée.

» J'ajouterai les observations suivantes : 1° Même après l'application de l'armature, le courant de désaimantation qui correspond au talon, c'est-à-dire au point milieu de la courbure du fer à cheval, reste supérieur, et quelquefois même de beaucoup, aux courants de désaimantation qui correspondent aux extrémités des branches de l'aimant; 2° lorsque l'armature présente elle-même la forme d'un fer à cheval et qu'elle a la même section que l'aimant, les courants de désaimantation sont à peu près égaux dans le voisinage immédiat de la surface de contact, du côté de l'aimant et du côté de l'armature; 3° quand l'armature en fer à cheval n'a pas une très-grande longueur, l'aimantation est presque uniforme dans toute son étendue : le magnétisme accusé par l'induction ne s'affaiblit que d'une assez petite quantité, même au talon de l'armature.

» 34. Lorsqu'un barreau de fer doux est appliqué en un point de la surface d'un aimant en fer à cheval, perpendiculairement à cette surface, on sait que l'intensité magnétique se trouve diminuée tout autour du barreau, et l'on explique généralement cette diminution en admettant que le magnétisme attiré par le fer doux vient se condenser près de la surface de contact de l'aimant et du barreau. Cette interprétation me paraît en désaccord avec les faits que je vais indiquer : Si, avant d'appliquer le barreau de fer doux, on trace la courbe de désaimantation de la branche du fer à cheval sur laquelle on opère, et qu'ensuite on détermine les modifications que cette courbe subit par suite de l'application du barreau, voici ce qu'on trouve : la courbe se trouve coupée en deux; la partie située entre le barreau et l'extrémité de la branche du fer à cheval s'abaisse, et la partie située entre le barreau et le talon s'élève; ce qui veut dire que l'aimantation diminue d'un côté et augmente de l'autre. Or je ne vois pas comment la condensation du magnétisme, dans le voisinage du fer doux, expliquerait l'accroissement d'aimantation qui se produit dans toute la région située du côté du talon. Lorsqu'on se place au point de vue que j'ai adopté, il est facile, au contraire, d'expliquer comment les modifications de sens opposés que subissent les deux parties de la courbe de désaimantation ont pour résultat, l'une et l'autre, de diminuer l'intensité magnétique; cette intensité, en effet, dépend de l'inclinaison de la courbe de désaimantation, et l'on peut reconnaître que cette inclinaison diminue en même temps pour les deux parties de la courbe.

» 35. J'ai supposé, dans l'expérience précédente, que l'on employait un barreau droit de fer doux de section quelconque; quand on emploie une armature en forme de fer à cheval, de même section que l'aimant, et qu'on l'applique perpendiculairement à l'aimant à une certaine distance des extrémités de ses branches, on trouve encore que l'aimantation est augmentée du côté du talon et diminuée du côté opposé; mais, en outre, on peut constater la relation très-simple que voici. Si l'on mesure : 1° le courant de désaimantation qui correspond à la tranche de l'aimant voisine de l'armature, du côté du talon; 2° le courant de désaimantation qui correspond à la tranche de l'aimant voisine de l'armature, du côté de l'extrémité polaire; 3° le courant de désaimantation qui correspond à la tranche de l'armature voisine de l'aimant, on trouve que le premier de ces trois courants est presque rigoureusement égal à la somme des deux autres.

» 36. J'ai dit dans ma Note du 13 janvier (n° 28) que l'intensité magnétique déterminée par la méthode que j'ai indiquée (n° 15, Note du 9 septembre 1872), varie en général dans le même sens que l'intensité magnétique mesurée par l'une des méthodes anciennement connues; mais j'ai ajouté que je n'avais point établi de comparaison rigoureuse entre ces méthodes et la mienne. Depuis lors, j'ai déterminé les intensités des divers points d'un barreau aimanté, de 8 millimètres de diamètre et 340 millimètres de longueur, d'abord en me servant de ma méthode, puis en employant la méthode des oscillations de Coulomb; j'ai représenté les résultats obtenus au moyen de deux courbes, et j'ai trouvé que ces deux courbes se superposent dans la plus grande partie de leur étendue, lorsqu'on les rapporte aux mêmes axes et que les échelles sont convenablement choisies; elles ne se séparent que dans le voisinage des extrémités du barreau. Ainsi, lorsqu'on fait abstraction des parties du barreau placées près des extrémités, il est établi que l'intensité magnétique mesurée par la méthode des oscillations est proportionnelle à l'intensité magnétique mesurée au moyen des courants d'induction. Or j'ai fait remarquer précédemment que cette dernière intensité est proportionnelle à la dérivée $\frac{dy}{dx}$, quand on représente la courbe de désaimantation par l'équation $y = f(x)$; d'autre part, si l'on assimile un barreau aimanté à un soléuoïde composé de petits circuits équidistants, parcourus par des courants de même sens et d'intensités variables, la courbe de désaimantation représente, au moins approximativement, la loi suivant laquelle varie le courant solénoïdal (en supposant toujours qu'on laisse de côté les parties du barreau voisines des extrémités). Il résulte de

là que l'intensité magnétique mesurée par la méthode des oscillations est elle-même proportionnelle à la dérivée de la fonction qui représente la loi suivant laquelle varie l'intensité du courant solénoïdal. Dans tous les cas, les phénomènes d'induction se trouvent rattachés aux phénomènes d'attraction magnétique par une relation très-simple.

» 37. Comme je l'ai dit plus haut, la courbe qui représente les résultats fournis par la méthode des courants d'induction et celle qui représente les résultats obtenus par la méthode des oscillations cessent de se confondre dans le voisinage de l'extrémité du barreau; dans les conditions où j'ai opéré, la séparation devient sensible à 40 millimètres environ de cette extrémité : à partir de cette distance, la première des deux courbes continue à s'élever; elle prend, à l'extrémité du barreau, une direction presque horizontale, mais elle ne s'abaisse pas. La deuxième courbe continue aussi à s'élever à partir du point de séparation; mais, en restant au-dessous de la première; elle atteint son maximum à 211 millimètres environ de l'extrémité du barreau, et s'abaisse ensuite très-notablement. Il résulte de là que, dans le voisinage des extrémités du barreau, la relation simple que j'ai indiquée tout à l'heure, entre l'intensité magnétique et l'intensité du courant solénoïdal, n'existe plus. On conçoit aisément d'ailleurs qu'il en soit ainsi : lorsqu'on considère, en effet, la partie du barreau voisine de l'extrémité, il est facile de voir que l'action attractive exercée sur une aiguille aimantée ne peut plus dépendre exclusivement de la rapidité plus ou moins grande avec laquelle l'intensité du courant solénoïdal croît ou décroît, quand on passe d'un circuit à un circuit voisin, et, d'un autre côté, cette intensité n'est plus représentée par la courbe de désaimantation. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur le refroidissement et la congélation des liquides alcooliques et des vins.* Note de M. MELSENS. (Extrait.)

« 1. On sera, peut-être, étonné qu'on puisse trouver excellente de l'eau-de-vie portée à 20 degrés et même à 30 ou 35 degrés au-dessous de zéro; le produit a paru pourtant exquis aux dégustateurs, et souvent d'autant plus moelleux qu'il était plus froid.

» Lorsqu'on refroidit l'eau-de-vie jusqu'à — 30 degrés environ, il faut se servir de petits godets en bois pour éviter la sensation du verre froid.

» Vers 30 degrés au-dessous de zéro, les liquides alcooliques, renfermant environ la moitié de leur volume ou de leur poids d'alcool absolu, deviennent visqueux, sirupeux et parfois opalins. Ces liquides représentent

les eaux-de-vie de consommation courante, *rhum* ou *cognac*, etc., dont la composition correspond à peu près à la formule $C^2H^6O,3H^2O$, représentant 54 pour 100 d'eau et répondant au maximum de contraction des mélanges d'eau et d'alcool.

» J'ai fait solidifier les eaux-de-vie (*cognac* ou *rhum*), d'abord vers — 40 ou — 50 degrés; si on les prend à la cuiller, en guise de glace ou de sorbet glacé, on est réellement étonné de la faible sensation de froid produite sur les organes.

» La pâte qui fond sur le langue paraît moins froide que les *glaces* ordinaires; beaucoup de dégustateurs, auxquels on a donné du cognac ou du rhum glacé, ont eu de la peine à admettre qu'ils avaient sur la langue des glaces qu'on aurait pu leur servir dans un vase en mercure congelé, et qu'ils supportaient, sans inconvénients, le contact d'une substance refroidie par l'évaporation de l'acide carbonique solide, mélangé ou non d'éther, capable de produire sur la peau la sensation et l'effet d'une véritable brûlure.

» Mon savant confrère, M. Donny de Gand, qui a répété mes expériences, m'écrit : *plus de cent personnes ont goûté ce genre de glaces nouvelles, et toutes les ont trouvées agréables, à une température comprise entre 40 et 50 degrés au-dessous de zéro.*

» Il faut aller jusqu'à — 60 degrés pour que l'on dise : *c'est froid;* rarement même ai-je entendu dire : *c'est très-froid.*

» La température la plus basse que j'aie expérimentée a été de — 71 degrés. Si la quantité est considérable, cette glace produit un effet analogue à celui d'une cuillerée de soupe *un peu trop chaude.* Il faut absolument se servir d'une cuiller en bois; l'emploi d'une cuiller en métal pourrait occasionner une brûlure.

» Cette eau-de-vie à — 71 degrés, déposée sur l'avant-bras sec, le cautérise légèrement, sans cependant le brûler comme le fait la pâte d'éther et d'acide carbonique solide. On ne peut s'empêcher de comparer ces effets aux effets de *caléfaction*.

» II. Des quantités égales de vins mousseux et non mousseux étant refroidies, l'augmentation apparente de volume est beaucoup plus considérable pour les vins mousseux que pour les vins ordinaires rouges ou blancs. Deux échantillons de vin mousseux m'ont donné, par bouteille, une augmentation de volume d'environ 60 centimètres cubes, tandis que les vins de la Côte-d'Or, non mousseux, ne m'ont donné qu'environ 15 centimètres cubes.

» La moitié et même les deux tiers du volume des vins ordinaires, ren-

fermant 11 à 12,5 pour 100 d'alcool, peut être congelée. La partie restée liquide, trouble d'abord, se clarifie par le repos; les vins qui en proviennent se conservent mieux, ainsi que l'a vu M. de Vergnette-Lamotte, que les vins naturels; ils sont enrichis en alcool et en matières extractives; leur arome s'exalte comme leur couleur; ils perdent, par coagulation et précipitation, des matières albuminoïdes et des sels formant un magma plus ou moins abondant, etc.

» D'après M. Boussingault, *les glaçons, après leur fusion, donnent un liquide alcoolique, et, par conséquent, ne sont pas, comme on le croit généralement, de l'eau congelée à peu près pure.*

» On devait donc se poser la question suivante :

» Peut-on retirer d'un vin de l'eau pure par la congélation? Je crois avoir résolu ce problème, au point de vue pratique et industriel, en me plaçant dans des circonstances un peu différentes de celles que MM. Boussingault et de Vergnette-Lamotte ont choisies.

» Je place le vin dans un mélange réfrigérant où il se prend en masse. Cette masse semi-solide, colorée en jaune pâle, pour les vins blancs, en rouge plus ou moins foncé pour les vins rouges, est un lacis de glaçons d'eau pure emprisonnant du vin liquide comme une neige qui serait imprégnée d'eau colorée. Placée dans une toile métallique en forme de panier à salade fixé à l'intérieur d'un vase destiné à retenir le liquide, la partie solide reste appliquée sur la toile métallique. Cette expérience réussit mieux au moyen d'une petite turbine à force centrifuge.

» Dans ces conditions, j'ai pu recueillir une masse de glaçons presque incolores, même avec le vin rouge; le liquide provenant de la fusion de cette glace était sans saveur, ne renfermait pas ou presque pas d'alcool avec un peu de matière organique soluble dans l'eau. Cette eau devient facilement le siége d'une végétation cryptogamique.

» Avec des turbines industrielles on obtiendrait sûrement de l'eau pure ou presque pure et du vin retenant tout l'alcool et la presque totalité des résidus solides et solubles des vins.

» A l'aide d'une presse à vis, et en opérant sur des vins naturels renfermant 10 à 12 pour 100 d'alcool, j'ai pu en retirer des glaçons s'élevant de 16 à 25 pour 100 en poids du produit mis en expérience; ceux-ci filtrés et pressés ne renfermaient pas d'alcool ou n'en renfermaient que très-peu; ils ne laissaient que des traces de résidus solides, ne s'élevant parfois qu'à quelques millièmes du poids du liquide évaporé; ils renfermaient un peu de matière organique dégageant l'odeur de pain brûlé par



la calcination, et laissaient une très-petite quantité de cendres alcalines.

» J'ai retiré, des vins blancs et rouges de Bourgogne, au delà de 40 pour 100 de glaçons. Le vin, enrichi dans le rapport de 12 à 18,5 d'alcool, environ, laissait, après la filtration, beaucoup plus de résidu par l'évaporation au bain-marie.

» Avec des moyens frigorifiques convenables, des appareils mécaniques énergiques et un travail organisé industriellement, on pourrait donc améliorer les vins par la congélation, en leur enlevant de l'eau pure seulement.

» Quel sera le caractère des vins après la congélation? C'est ce que l'expérience seule peut décider; il paraît cependant prouvé, d'après les expériences de M. de Vergnette-Lamotte, qu'il y aurait un grand intérêt à opérer la congélation sur certains crus de Bourgogne, qu'il s'agirait de disposer pour l'exportation. La congélation peut, dans beaucoup de cas, remplacer efficacement le *vinage*, pour l'amélioration des vins, et elle offre une grande ressource dans les mauvaises années.

» Beaucoup de vins du midi de la France, d'Espagne, de Portugal, d'Italie et de Hongrie pourraient être congelés au lieu d'être soumis au vinage. Il en serait de même des vins légers, de consommation ordinaire, trop faibles pour supporter l'exportation.

» Les producteurs et les commerçants possèdent donc aujourd'hui deux procédés d'amélioration et de conservation laissant aux vins leurs propriétés naturelles. Ces procédés peuvent se compléter ou être appliqués isolément.

» *La congélation* conserve les vins en les enrichissant; *le chauffage* les met à l'abri des maladies. La congélation et le chauffage se succédant offrent donc des moyens certains pour écarter les chances désastreuses des années médiocres ou mauvaises et pour créer à la France un commerce d'exportation plus régulier et plus étendu. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la décomposition des carbonates métalliques par la chaleur.* Note de M. L. JOULIN, présentée par M. Edm Becquerel.

« Une étude sur les doubles décompositions salines nous a conduit à faire sur la décomposition des carbonates métalliques par la chaleur quelques recherches dont nous présentons aujourd'hui les premiers résultats.

» *Appareil.* — La substance, desséchée aussi bien que possible, a été

placée dans un tube de verre de $0^m,02$ de diamètre, aux extrémités duquel sont soudés à angle droit deux tubes plus étroits communiquant, l'un avec un manomètre à siphon, l'autre avec la pompe à mercure de M. Alvergniat, qui permet de faire le vide et de recueillir les gaz; un renflement rempli de chlorure de calcium a été ménagé entre le manomètre et le tube à décomposition, afin d'absorber les dernières traces d'humidité qui pourrait exister dans la substance. L'espace vide offert aux gaz était de 197 centimètres cubes. La partie du tube renfermant le corps plongeait dans un bain d'huile à température constante. Le corps étant placé dans l'appareil, on a fait passer, pendant douze heures, un courant d'acide carbonique sec, puis on a rempli le manomètre, et, élevant la température du bain à 80 degrés, on a pratiqué deux exhaustions avant d'observer les tensions, afin d'éliminer tout le gaz que la substance pulvérulente avait pu condenser.

» *Décomposition du carbonate de manganèse.* — Le carbonate de manganèse provenait de la réaction à équivalents égaux du carbonate de soude et du chlorure de manganèse lavé par décantation un grand nombre de fois, essoré dans l'étuve à 60 degrés, exposé un temps suffisant sous la cloche à chaux vive; la quantité d'acide carbonique qu'il renferme, déterminée avec un appareil de Rose, correspond aussi exactement que possible à celle d'oxyde rouge que fournit la calcination d'un même poids de carbonate.

» 16 grammes du précipité ont été successivement maintenus pendant plusieurs heures aux températures de 100, 150, 200, 100, 100 et 300 degrés; chaque échauffement a été précédé d'un refroidissement plus ou moins long; les expériences ont duré quatre jours. Dans ces conditions, on a observé les phénomènes suivants :

» 1° Le carbonate de manganèse se décompose d'une manière très-appréciable dès 70 degrés.

» 2° Jusqu'à 200 degrés, cette décomposition présente les deux caractères du phénomène auquel M. Deville a donné le nom de *dissociation*, c'est-à-dire que, à une température donnée, la tension de l'acide carbonique atteint, au bout d'un temps plus ou moins long (1), une valeur (215 milli-

(1) Nous devons rappeler que, dans l'expérience de M. Debray sur le carbonate de chaux, les tensions limites paraissent avoir été obtenues presque instantanément; tandis que, dans les expériences que nous rapportons, il a souvent fallu chauffer plusieurs heures avant de les atteindre.

mètres à 150 degrés) qui reste constante, du moins dans les limites de temps où l'on a opéré, et que pendant la période de refroidissement la tension des gaz revient peu à peu à sa valeur primitive, par suite de la recombinaison de l'acide carbonique et du protoxyde de manganèse.

» 3° La tension limite décroît à partir d'une certaine température; elle a été un peu plus faible à 200 degrés qu'à 150 degrés, ce qui peut être rapproché des observations de MM. Troost et Hautefeuille sur le sesquichlorure de silicium.

» 4° De 250 à 300 degrés, la force élastique de l'acide carbonique a augmenté constamment jusqu'à 2 atmosphères; le manomètre ne permettant pas d'aller au delà, on suppose que la décomposition complète commençait, et ce qui tendrait à le faire croire, c'est que, pendant la période de refroidissement, la réabsorption a été très-faible, si l'on tient compte de la diminution de force élastique due au refroidissement de la portion du gaz plongée dans le bain. On a reconnu, du reste, que le corps, resté blanc ou blanc verdâtre jusqu'à 200 degrés, a bruni à partir de cette température : c'est que le protoxyde de manganèse a décomposé un peu d'acide carbonique pour se transformer en sesquioxyde, comme dans les expériences de M. Debray sur le protoxyde de fer.

» Indépendamment de ces résultats, conformes à ceux obtenus avec d'autres carbonates, ces expériences ont conduit aux résultats suivants :

» 1° Le corps, successivement échauffé à 100, 150, 200 degrés, a été porté de nouveau à 100 degrés, et l'on a trouvé qu'à cette température la tension limite du gaz (139 millimètres) est moins de la moitié de ce qu'elle était quand on a chauffé le corps pour la première fois à 100 degrés (315 millimètres); dans un troisième échauffement à 100 degrés, la tension limite de l'acide carbonique est restée presque la même (145 millimètres) qu'au second échauffement. Aucune exhaustion n'a été pratiquée dans l'intervalle des trois opérations. Ce phénomène ne peut s'expliquer que par des changements moléculaires que le recuit, dans les échauffements successifs, ferait subir au carbonate de manganèse; le corps pulvérulent serait susceptible d'éprouver une série de modifications pseudo-allotropiques, modifiant quelques-unes de ses propriétés et notamment la décomposition, et il semble que, avec des moyens calorimétriques suffisamment précis, on reconnaîtrait que la décomposition du carbonate de manganèse, plus ou moins recuit, exige des quantités de chaleur différentes. Quoi qu'il en soit, un échauffement prolongé amène insensiblement le corps à un état plus stable, qui pourrait, du reste, se détruire à la longue.

» 2° Quand on échauffe successivement le carbonate à 100, 150, 200 degrés, on observe que, pendant la période d'accroissement de la température du bain, la force élastique du gaz peut atteindre une valeur de plus du double (489 millimètres à 150 degrés) de celle à laquelle elle s'arrêtera après un long échauffement (215 millimètres); que ce maximum est d'autant plus grand que l'échauffement du bain a été plus rapide, mais que, pour un échauffement très-lent, la tension croît d'une manière continue jusqu'à sa valeur limite; qu'à partir du moment où la température est stationnaire la force élastique décroît pendant un temps assez long, jusqu'à cette limite que l'on a seule considérée jusqu'ici; qu'enfin ces périodes d'exaltation de la force élastique pendant l'accroissement de température ne se produisent pas quand le corps a été déjà échauffé plusieurs fois. L'explication de ces phénomènes paraît devoir être rapprochée de ce qui a été dit plus haut sur la stabilité plus grande du corps après un long échauffement : dans l'accroissement rapide de température, les molécules ne pouvant prendre cet état d'équilibre stable vers lequel elles tendraient à une température constante sont moins aptes à résister à la décomposition, ce qui se traduit par une augmentation de la quantité de gaz décomposé dans un temps donné; quand la température devient stationnaire, l'état d'équilibre s'établit peu à peu, mais il faut un temps assez long pour que la combinaison s'opère entre des molécules très-distantes et inégalement échauffées.

» 3° Remarquons enfin qu'à partir du moment où la période de plus grande stabilité du carbonate est atteinte, la recombinaison pendant le refroidissement peut être telle, que la force élastique de l'acide carbonique devienne plus faible qu'avant l'échauffement, si toutefois il y a un excès d'oxyde antérieurement produit : après l'échauffement à 200 degrés, un refroidissement de trois heures a réduit à 31 millimètres la force élastique, qui était auparavant de 51 millimètres, et la force élastique de 31 millimètres a été réduite à 21 millimètres dans le refroidissement qui a suivi un nouvel échauffement à 100 degrés. Dans toutes ces expériences, on a, bien entendu, tenu compte des variations de la pression barométrique.

» Pour terminer ce qui a trait au carbonate de manganèse, nous mentionnerons les résultats d'une expérience préliminaire faite sur $3^{gr},5$ de matière seulement, dans un appareil analogue à celui décrit, mais pour lequel l'espace vide offert au gaz n'était que de 51 centimètres cubes au lieu de 197 centimètres cubes. Dans ces conditions, les tensions limites de l'acide carbonique ont été inférieures de plus de moitié à ce qu'elles étaient avec les 16 grammes de matière; ce qui semble indiquer une influence de

la surface du corps soumis à la décomposition, comme M. Lemoine l'a admis dans son beau travail *sur la transformation réciproque des deux états allotropiques du phosphore* (1).

» *Décomposition du carbonate d'argent.* — Les expériences sur la décomposition du carbonate d'argent ont été précédées de l'étude de la décomposition de l'oxyde : jusqu'à 250 degrés, la tension de l'oxygène a été très-faible, inférieure à 15 millimètres, et la décomposition complète de l'oxyde d'argent s'est produite entre 250 et 300 degrés.

» L'étude de la décomposition du carbonate d'argent entre 100 et 250 degrés a donné des résultats beaucoup moins nets et sensiblement différents de ceux du carbonate de manganèse Tandis que dans les expériences préliminaires, où se trouvaient placées dans deux tubes identiques des quantités équivalentes d'oxyde et de carbonate d'argent, 5 grammes environ, l'oxyde dans une atmosphère d'acide carbonique à la pression ordinaire, le carbonate dans le vide fait sur l'acide carbonique, on avait vu les colonnes de mercure des manomètres marcher l'une vers l'autre et s'arrêter à la tension de 125 millimètres pour la température de 150 degrés, puis varier de concert aux températures de 200 et 225 degrés, ce qui était caractéristique de la dissociation, quand on a repris ces expériences sur 13 grammes de carbonate d'argent, en les portant successivement à 125, 175, 200 et 225 degrés, la recombinaison pendant le refroidissement a été nulle ou assez faible; d'un autre côté, l'exaltation de la force élastique de l'acide carbonique pendant l'accroissement de température du bain ne s'est montrée qu'à 200 degrés; jusque-là la tension avait augmenté d'une manière constante, pendant l'échauffement du bain, pour une même température, et s'était arrêtée à une limite notablement inférieure à celle donnée par le carbonate de manganèse dans les mêmes conditions. »

THERMOCHIMIE. — *Sur le calcul des moments d'inertie des molécules.* Note de M. G. Hinrichs, présentée par M. Berthelot.

« La connaissance des moments d'inertie est d'une importance fondamentale dans la Mécanique moléculaire, car tous les mouvements de rotation en dépendent, comme tous les mouvements de translation dépendent de la masse des molécules, exprimée par la formule empirique des molécules. Dans les Notes précédentes, j'ai indiqué que la chaleur spécifique, le vo-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVI.

lume spécifique, les points d'ébullition et de fusion sont des fonctions définies et simples des moments d'inertie des molécules.

» Le calcul de ces moments d'inertie est suffisamment indiqué dans la deuxième Note, du moins pour les mathématiciens; mais il sera peut-être agréable aux chimistes de voir le détail de ce calcul dans un des cas les plus simples.

» Parmi les hydrocarbures dont la molécule est C^8H^{14}, il y a le tétraméthyléthane $(CH^3)^4(CH)^2$, dont la formule développée est

```
CH³   CH³                                          a   b
 |     |                                           |   |
HC  — CH      qui peut être représenté par         c — d ····· x
 |     |                                           |   |
CH³   CH³                                          e   f
                                                   :
                                                   y
```

» Prenons les axes des x et des y comme déterminés, et soit la distance des atomes de carbone égale dans les directions des x et des y, c'est-à-dire, soit $ac = ce = cd = ab = ef = bd = df$; enfin prenons cette distance comme unité. Alors nous aurons, pour les masses m, les coordonnées x et y et les moments divers, les valeurs suivantes :

Lettres.	Symboles.	m	Axe des x.			Axe des y.		
			x	mx	mx^2	y	my	my^2
a	CH^3	15	0	0	0	−1	−15	15
b	CH^3	15	1	15	15	−1	−15	15
c	CH	13	0	0	0	0	0	0
d	CH	13	1	13	13	0	0	0
e	CH^3	15	0	0	0	+1	+15	15
f	CH^3	15	1	15	15	+1	+15	15
Sommes	Σ	86		43	43		0	60
Représentant		M		Mξ	A		Mη	B

où l'on a évidemment : M la masse totale, ξ et η les coordonnées du centre de gravité.

» Mais, d'après les lois de la Mécanique élémentaire, le moment d'inertie I′ de la molécule pour l'axe des Z sera

$$I' = A + B = 43 + 60 = 103.$$

De plus, le carré de la distance Δ du centre de gravité de l'origine sera

$$\Delta^2 = \xi^2 + \eta^2 = 0,25.$$

Donc la valeur du moment d'inertie I maximum, pour l'axe passant par le centre de gravité, sera

$$I = I' - M.\Delta^2 = 103 - 0,25 \times 86 = 81,5.$$

» De la même manière, j'ai calculé les moments d'inertie donnés dans les Notes précédentes, et beaucoup d'autres.

» Pour trouver les coordonnées des atomes, j'ai posé en principe général que les atomes de carbone se sont rangés dans les composés organiques à des distances égales et dans des directions rectangulaires, d'après la quadrivalence du carbone. On peut exprimer ce principe en disant que les atomes de carbone dans les composés organiques se sont rangés d'après les lois de l'agrégation cristalline, ou bien que les molécules organiques sont de petits cristaux formés des atomes comme molécules intégrantes.

» Comme, dans ma *Mécanique moléculaire*, les propriétés physiques sont données en fonction du poids atomique et du moment d'inertie de la molécule, on voit que la détermination expérimentale et quantitative de ces propriétés physiques devient un moyen de vérifier les idées que les chimistes se sont formées de la constitution chimique des molécules, d'après les réactions diverses que les composés manifestent; ou, si l'on veut, le thermomètre devient, dans les mains du chimiste habile, un instrument pour la mesure des *dimensions des molécules*, comme le pendule a, depuis longtemps, été l'instrument mesurant les dimensions du globe terrestre.

» C'est de cette manière que les doutes existant encore sur la constitution atomique des molécules seront dissipés. Il est vrai que la méthode indiquée dans ces Notes est bien plus pénible que la construction sur papier des formules développées; mais, en revanche, on arrivera à la vérité par cette combinaison mécanique des faits constatés par la Chimie et la Physique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la production de la glycérine en partant du propylène.* Note de MM. C. Friedel et R.-D. Silva, présentée par M. Berthelot.

« Dans une précédente Communication (1), nous avons fait voir que l'on peut dériver la trichlorhydrine, et par conséquent la glycérine, du chlorure de propylène, par l'action du protochlorure d'iode sec à 140 degrés. Nous avions fait usage, dans ce travail, du propylène préparé avec

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 805.

l'iodure d'allyle, et dérivé par conséquent lui-même de la glycérine. Il nous semblait qu'il n'y avait aucun inconvénient à employer pour ces recherches, déjà longues par elles-mêmes, la source la plus commode de propylène pur, à la condition d'éviter l'introduction, dans le chlorure de propylène, de produits allyliques entraînés par le courant gazeux. Une très-faible proportion de ces derniers eût-elle d'ailleurs échappé malgré toutes les précautions, les résultats obtenus n'en seraient point atteints; car l'attaque par le chlorure d'iode est répétée à plusieurs reprises sur le même chlorure de propylène, et fournit à chaque fois sensiblement la même proportion de trichlorhydrine. Comme, d'ailleurs, le chlorure de propylène peut être préparé de plusieurs manières avec des produits non dérivés de la glycérine, par l'action du chlore au soleil ou du chlorure d'iode sur le chlorure d'isopropyle (1) par exemple, nous pensions pouvoir admettre que nous avions réalisé la préparation de la glycérine avec un corps d'une autre origine.

« Notre démonstration a paru insuffisante à M. Berthelot; ce savant chimiste a formulé ses objections dans une Note insérée au *Bulletin de la Société Chimique* (2). La principale porte sur l'emploi que nous avons fait de l'iodure d'allyle pour la préparation du propylène qui a servi à nos expériences; nous sommes ainsi simplement partis de la glycérine pour y revenir, comme l'a déjà fait M. Wurtz dans sa belle synthèse de la glycérine au moyen du tribromure d'allyle.

» Quoique aucun fait connu jusqu'à ce jour n'établisse une différence quelconque entre les propylènes provenant de sources diverses, nous avons tenu à lever la difficulté par de nouvelles expériences en suivant exactement la voie indiquée par M. Berthelot, et dans laquelle nous serions entrés bien plus tôt si nous n'en avions été empêchés par des difficultés matérielles. Notre tâche a été facilitée par cette circonstance, que nos études sur la pinacone nous ont fourni, comme produit accessoire, des quantités assez notables d'alcool isopropylique. Cet alcool isopropylique, nous l'avons employé comme source de propylène; nous l'avons chauffé d'abord avec de l'acide sulfurique; puis, ayant reconnu que le rendement en propylène est très-faible dans ces conditions, nous avons remplacé l'acide sulfurique par le chlorure de zinc fondu. En laissant le mélange en contact du jour au lendemain, et en chauffant ensuite au bain de sable,

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1379.
(2) *Bulletin de la Société Chimique*, 2e série, t. XVIII, p. 3.

on obtient un dégagement de gaz fort régulier; le gaz est en grande partie absorbé par une solution concentrée de chlorure d'iode contenue dans des appareils à boules, et le liquide qui se dépose au fond des appareils est le chloro-iodure de propylène, découvert par M. Simpson, et dont nous avons fait connaître les propriétés. Dans les vases refroidis qui précèdent les appareils à boules se dépose une quantité notable d'un liquide limpide, formé d'un mélange d'hydrocarbures divers avec de l'oxyde d'isopropyle. Nous n'avons pas encore achevé l'examen de ce mélange, sur lequel nous pensons revenir plus tard. Le rendement en chloro-iodure de propylène, sans être très-considérable, est assez satisfaisant (1).

» Au lieu de traiter, comme nous l'avons fait antérieurement, le chloro-iodure de propylène par le bichlorure de mercure, il nous a semblé plus commode de faire agir sur ce composé le chlore en présence de l'eau. Le chlore prend immédiatement la place de l'iode; ce dernier se sépare, et il suffit de continuer le courant de chlore jusqu'à sa dissolution à l'état de chlorure pour pouvoir séparer le chlorure de propylène de la solution surnageante de chlorure d'iode. Le chlorure de propylène ainsi préparé a été purifié par distillation; il était à peu près pur et ne renfermait que très-peu de produits chlorés supérieurs. Le chlorure de propylène, en effet, n'est pas facilement attaqué par le chlore, ni même par le chlorure d'iode dissous.

» Le chlorure de propylène purifié a été scellé par petites portions dans des tubes avec du protochlorure d'iode sec et chauffé à 140 degrés pendant deux périodes de huit heures chacune, entre lesquelles on laisse échapper l'acide chlorhydrique. Au lieu de dissoudre l'iode à l'aide de la potasse et du sulfite de soude, nous avons préféré verser le contenu des tubes dans une fiole remplie d'eau, et faire passer un courant de chlore. L'iode s'est ainsi dissous facilement, et le produit a pu être décanté, pour être séché et soumis à la distillation fractionnée. Dix fractionnements successifs ont partagé le mélange en un certain nombre de portions dont nous donnons ici les points d'ébullition et les quantités relatives :

---

(1) 125 grammes d'alcool isopropylique et 250 grammes d'acide sulfurique ont donné 58 grammes de chloro-iodure; 250 grammes d'alcool et 650 grammes de chlorure de zinc ont donné 230 grammes de chloro-iodure de propylène.

De 96° à	100°	45^gr	(chlorure de propylène).
100	110	12	
110	120	3,8	
120	130	4	
130	145	14,8	(chlorure de propylène chloré).
145	150	6,5	
150	160	18,8	(trichlorhydrine impure.)
160	165	8,5	
165	175	5	
175	200	11,5	
200	220	6,5	
Au-dessus		9,5	
	Total	145,9	

» On voit qu'à part la première partie, qui est du chlorure de propylène non attaqué, la plus abondante est celle bouillant entre 150 et 160 degrés, c'est-à-dire à la même température que la trichlorhydrine. On remarquera aussi qu'il y a une quantité assez grande d'un produit bouillant entre 130-145 degrés, c'est-à-dire vers le point d'ébullition (137 degrés) du chlorure de propylène chloré que nous avons fait connaître, et qui se produit principalement dans l'action du chlore au soleil sur le chlorure de propylène. Il n'y a que très-peu de produit entre 120 et 130 degrés, c'est-à-dire à la température d'ébullition du méthylchloracétol chloré. Les dernières parties laissent déposer par le refroidissement un chlorure cristallisé en fines aiguilles soyeuses.

» La partie bouillant entre 150 et 160 degrés n'est pas de la trichlorhydrine pure; l'analyse montre qu'elle renferme une quantité notable, pouvant aller jusqu'à la moitié, d'un tétrachlorure. La présence de ce dernier, qui ne peut d'ailleurs pas être séparé par distillation, n'empêche pas la transformation de la trichlorhydrine en glycérine à l'aide de l'excellent procédé indiqué par M. Berthelot. Nous avons chauffé le mélange de chlorure par portions de 2^gr,5 dans des tubes scellés à 180 degrés, en présence de 40 à 45 grammes d'eau, pendant une nuit. Au bout de ce temps, le liquide aqueux, ayant été séparé par filtration des parties goudronneuses noires qui surnageaient (1), a été saturé par un léger excès de carbonate d'argent; puis l'argent dissous a été, après filtration, précipité avec soin à l'aide de

(1) Ces parties noires ayant été distillées avec la vapeur d'eau ont fourni une petite quantité d'un liquide huileux formé d'un mélange de chlorures, qui dérivent probablement de la trichlorhydrine et du tétrachlorure par perte de HCl.

l'acide chlorhydrique. La liqueur ne renfermant plus sensiblement ni acide chlorhydrique, ni argent, a été abandonnée à l'évaporation dans le vide sec et a fourni une petite quantité d'un liquide très-peu coloré, ayant une saveur à la fois douce et amère, qui n'était autre chose que la glycérine. Chauffé avec le bisulfate de potasse, il a donné l'odeur piquante de l'acroléine; traité par l'iodure de phosphore, il a fourni de l'iodure d'allyle.

» La quantité de glycérine formée n'est pas très-considérable; cela se conçoit aisément, puisque le chlorure employé pour sa production renferme un tétrachlorure et doit encore, en outre, être mélangé d'une petite proportion de chlorure de propylène chloré bouillant à 137 degrés, lequel ne fournit pas de glycérine. On comprend donc que des expériences réalisées dans de moins bonnes conditions que les nôtres aient donné des résultats négatifs.

» Ainsi, en partant de l'acétone, et passant par l'alcool isopropylique et par le propylène, on peut arriver jusqu'à la glycérine et à l'iodure d'allyle, et l'acétone elle-même pouvant d'ailleurs être produite de toute pièce, on peut dire qu'il en est de même de la glycérine.

» Nos expériences antérieures et les conclusions que nous en avions tirées se trouvent donc confirmées, et l'identité des propylènes dérivés de sources diverses est établie par des faits nouveaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une glycérine de la série aromatique.* Note de M. E. **Grimaux**, présentée par M. Cahours.

« La glycérine ordinaire étant représentée par la formule

$$C^3H^8O^3 = C^3H^5(OH)^3,$$

on comprend qu'il peut exister un composé de même fonction renfermant $C^9H^{12}O^3 = C^3H^4(C^6H^5), (OH)^3$ et représentant une molécule de glycérine, dans laquelle un atome d'hydrogène du groupe C^3H^5 est remplacé par le groupe phényle C^6H^5. C'est cet alcool triatomique que je me suis proposé d'obtenir. On y arrive en prenant pour point de départ l'alcool cinnamique ou styrone $C^9H^{10}O$.

» D'après la formule de constitution de l'acide cinnamique ou phénylacrylique $C^9H^8O^2$, la styrone doit être considérée comme de l'alcool phénylallylique

C^3H^5, OH	$C^3H^4(C^6H^5), OH$
Alcool allylique.	Styrone.

Or l'alcool allylique fixe directement 2 atomes de brome ou de chlore, donnant une dibromhydrine ou une dichlorhydrine de la glycérine ordinaire, lesquelles se convertissent en glycérine par la saponification.

» En comparant la styrone à l'alcool allylique, on avait lieu de croire qu'elle fixerait de même 2 atomes de brome pour fournir une dibromhydrine de glycérine; l'expérience a démontré la justesse de cette hypothèse. La styrone fixe 2 atomes de brome, et la dibromhydrine obtenue

$$C^3H^4(C^6H^5)\left\{\begin{matrix} Br^2 \\ OH \end{matrix}\right.$$

se saponifie par l'eau bouillante en perdant tout son brome, et donnant la glycérine correspondante.

» A cet alcool triatomique, *phéno* ou *phénylglycérine*, je donnerai le nom plus court de *stycérine*, qui rappelle à la fois son origine de la styrone et sa fonction de glycérine.

» Jusqu'à présent, j'ai réussi à isoler les termes suivants de la série:

» *Stycérine dibromhydrique* (*bromure de styrone*), $C^9H^9\left\{\begin{matrix} Br^2 \\ OH \end{matrix}\right. = \begin{matrix} CH(C^6H^5)Br \\ \dot{C}HBr \\ \dot{C}H^2OH \end{matrix}$.

— Elle se produit par l'action directe du brome sur la styrone; on dissout celle-ci dans le chloroforme, et l'on y ajoute, goutte à goutte, du brome dilué lui-même dans le chloroforme, en ayant soin d'empêcher l'élévation de température. Le brome est immédiatement absorbé sans dégagement de gaz bromhydrique; lorsque la coloration jaune ambré du liquide annonce un excès de brome, on l'abandonne à l'évaporation spontanée. Après vingt-quatre à quarante-huit heures, il se forme une masse dure, cristalline, que l'on purifie par compression, et par cristallisation dans l'éther.

» La stycérine dibromhydrique se présente sous l'aspect de lamelles incolores, larges, brillantes ou en groupes de fines aiguilles; elle fond à 74 degrés. Elle est insoluble dans l'eau, facilement soluble dans l'alcool et dans l'éther.

» Chauffée avec un grand excès d'acide bromhydrique, elle se convertit en tribromhydrine $C^9H^9Br^3$. Le chlorure d'acétyle la convertit, à une douce chaleur, en acétodibromhydrine $C^9H^9\left\{\begin{matrix} Br^2 \\ OC^2H^3O \end{matrix}\right.$. Par l'action de l'eau bouillante, elle se saponifie en perdant tout son brome à l'état d'acide bromhydrique.

» Lorsqu'on traite la styrone par le brome sans la diluer dans le chlo-



roforme, on obtient une masse pâteuse qui, reprise par l'alcool bouillant, abandonne un produit formé de tribromhydrine impure, tandis que les eaux mères alcooliques retiennent la dibromhydrine plus soluble; il est alors difficile de séparer ces deux corps et de les obtenir à l'état de pureté.

» *Stycérine acétodibromhydrique*, $C^9H^9 \left\{ \begin{array}{l} Br^2 \\ OC^2H^3O \end{array} \right. = \begin{array}{l} CH(C^6H^5)Br \\ \dot{C}HBr \\ \dot{C}H^2O,C^2H^3O \end{array}$. — On chauffe légèrement la dibromhydrine avec un excès de chlorure d'acétyle jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide chlorhydrique. Le produit de la réaction, évaporé au bain-marie, donne l'acétobromhydrine qu'on fait cristalliser dans l'éther. Ce corps est en beaux prismes obliques, d'une odeur agréable de fleurs, solubles dans l'alcool et dans l'éther, fusibles à 85-86 degrés.

» Chauffée à 100 degrés pendant vingt-quatre heures avec de l'acétate d'argent et de l'acide acétique cristallisable, l'acétodibromhydrine donne du bromure d'argent et une masse épaisse, gommeuse, insoluble dans l'eau, d'une odeur agréable, qui paraît être la *triacétine* $C^9H^9(OC^2H^3O)^3$, mais qui n'a pas été analysée.

» *Stycérine tribromhydrique*, $C^9H^9Br^3 = \begin{array}{l} CH(C^6H^5)Br \\ \dot{C}HBr \\ \dot{C}H^2Br \end{array}$. — Elle s'obtient dans diverses conditions :

» 1° En distillant la tribromhydrine avec un grand excès d'une solution concentrée d'acide brombydrique, et cohobant deux ou trois fois les portions distillées;

» 2° En traitant par le brome l'éther bromhydrique de la styrone C^9H^9Br;

» 3° En ajoutant du brome à la styrone, comme il a été dit plus haut.

» Dans tous les cas, on purifie le produit de la réaction par deux ou trois cristallisations dans le chloroforme. La tribromhydrine se présente sous l'aspect de petites aiguilles brillantes, d'une odeur forte à chaud, peu odorantes à froid, fondant à 124 degrés. Elle est peu soluble dans l'alcool et dans l'éther, plus soluble dans le chloroforme.

» *Stycérine chlorodibromhydrique*, $C^9H^9Br^2Cl = \begin{array}{l} CH(C^6H^5)Br \\ \dot{C}HBr \\ \dot{C}H^2Cl \end{array}$. — On l'a obtenue par addition du brome à l'éther chlorhydrique de la styrone C^9H^9Cl. Le produit de la réaction se dissout à chaud dans l'éther et s'en

sépare en belles lames transparentes qui, après la dessiccation, forment une masse légère et nacrée.

» Cet éther est assez soluble dans le chloroforme, peu soluble à froid dans l'éther; il fond à 96°,5.

» *Stycérine (phénoglycérine)*, $C^9H^9(OH)^3 = \begin{array}{l} CH(C^6H^5)OH \\ CH,OH \\ CH^2,OH \end{array}$. — Lorsqu'on chauffe la stycérine dibromhydrique avec trente fois son poids d'eau pendant douze heures à 150-160 degrés, la presque totalité du brome est mise en liberté à l'état d'acide bromhydrique, et la solution aqueuse renferme un corps très-soluble dans l'eau; mais, dans ces conditions, on observe en outre la production, en quantité notable, d'une substance insoluble dans l'eau; cette substance constitue probablement des alcools condensés, analogues à ceux que produit souvent la saponification des éthers de la glycérine ordinaire.

» En opérant seulement à 100 degrés et en vases ouverts, pendant vingt-quatre heures, on saponifie complétement la dibromhydrine, et l'on obtient une moins forte proportion de produits insolubles. Pour empêcher leur formation et éviter l'action ultérieure de l'acide bromhydrique, il est plus convenable de faire la saponification par l'eau bouillante en présence d'acétate d'argent qui fixe au fur et à mesure l'acide bromhydrique mis en liberté. Après vingt-quatre heures de réaction, on filtre la solution pour séparer le bromure d'argent; on se débarrasse de l'excès d'acétate d'argent par un courant d'hydrogène sulfuré; on concentre la liqueur et l'on termine l'évaporation dans le vide.

» La stycérine se présente sous l'aspect d'une masse gommeuse, d'un jaune clair, ayant l'aspect de la térébenthine, très-soluble dans l'eau et l'alcool, à peine soluble dans l'éther; sa saveur est franchement amère. Elle ne paraît pas s'altérer à l'air, mais ses solutions se colorent en brun par l'évaporation au bain-marie.

» Comme elle ne peut être distillée et qu'elle est incristallisable, il ne m'a pas été possible de l'avoir à un degré de pureté suffisant pour l'analyse. Pour mettre hors de doute son caractère d'alcool polyatomique, j'ai eu recours à la réaction de l'acide formique étudiée sur la glycérine ordinaire par MM. Tollens et A. Henninger, et sur l'érythrite par M. Henninger.

» Leurs expériences ont appris que la glycérine chauffée avec l'acide formique donne un éther monoformique, qui se dédouble ultérieurement

en eau, acide carbonique et alcool allylique :

$$C^3H^5\left\{\begin{matrix}OCHO\\OH\\OH\end{matrix}\right. = CO^2 + H^2O + C^3H^5,OH.$$

Glycérine monoformique. Alcool allylique.

Avec un excès d'acide formique, la réduction est plus avancée, et il se produit du propylène et du diallyle.

» Cette réaction a été appliquée à la stycérine; l'expérience faite par M. A. Henninger a montré que, distillée avec de l'acide formique en excès, la glycérine aromatique fournit, comme la glycérine ordinaire, de l'eau et de l'acide carbonique. Quant au produit de la réduction, il se présente sous l'aspect d'une huile épaisse, distillant vers 300 degrés et formée vraisemblablement de diphényldiallyle. La petite quantité de produit obtenue n'a pas encore permis d'établir sa nature, mais le fait de la production d'eau et d'acide carbonique par l'action de l'acide formique sur la stycérine prouve suffisamment sa fonction d'alcool polyatomique. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le dosage des sucres par la méthode Barreswil.* Note de M. LOISEAU, présentée par M. Cahours.

« Dans deux Notes présentées à l'Académie (séances des 21 octobre 1872 et 5 mai 1873), M. Feltz a fait voir que, dans les conditions d'alcalinité de la liqueur cuprotartrique, la soude agit sur le sucre cristallisable. Les faits dont parle M. Feltz avaient appelé notre attention, dès 1869. Nous avons même vivement conseillé, à cette époque, à diverses personnes, de toujours diluer avec de l'eau les liqueurs cupropotassiques destinées à doser les petites quantités de sucre incristallisable qui existent ordinairement dans les produits des sucreries indigènes et des raffineries de Paris. Nous savons que nos conseils ont été mis à profit, notamment dans les laboratoires de MM. A. Sommier et Cie, et de MM. Jeanti et Prevost.

» Depuis, nous avons constaté une autre cause d'erreur, non signalée, que la soude peut apporter dans le dosage du glucose par la méthode Barreswil. Cette cause d'erreur est due à ce que la soude favorise la recoloration en bleu de la liqueur cupropotassique décolorée sous l'influence d'une quantité suffisante de sucre incristallisable, de telle sorte qu'un excès de soude pourra faire obtenir des résultats *trop faibles*, quand on dosera le glucose par la méthode Barreswil. La liqueur cupropotassique dont nous nous sommes servi avait été préparée selon les indications de Fehling.

» La solution de sucre interverti contenant ce corps en petite quantité (1 gramme par litre), il nous a fallu, pour chaque expérience, employer un faible volume de liqueur cupropotassique. Nous en avons employé 2 centimètres cubes que nous avons dû nécessairement diluer avant de les soumettre à l'ébullition. Afin de rendre aussi saisissantes que possible les perturbations que la soude est susceptible d'apporter dans le dosage du glucose par la méthode Barreswil, les 2 centimètres cubes de liqueur cupropotassique furent dilués, dans chaque expérience, avec un volume constant, soit 50 centimètres cubes, de dissolution sodique. On a fait varier la densité de la solution sodique depuis 17 degrés Baumé jusqu'à 1 degré Baumé; la première solution sodique contenait environ 150 grammes de soude caustique par litre (1).

» Pour chaque expérience, on portait à l'ébullition, dans une capsule de porcelaine, la liqueur cupropotassique préalablement étendue des 50 centimètres cubes de solution sodique; puis on ajoutait goutte à goutte la solution de sucre interverti, préalablement introduite dans une burette graduée en dixièmes de centimètre cube. Le précipité rouge obtenu dans la première expérience se décantait mal; par suite, il était très-difficile de saisir le moment précis de la décoloration complète du liquide bouillant.

» Dans la deuxième expérience, pour diluer les 2 centimètres cubes de la liqueur cupropotassique, on employa une solution sodique ne contenant que 75 grammes de soude caustique par litre. Pour cette expérience, comme pour celles où l'on employa moins de soude caustique, le précipité rouge décantait bien et il était facile de saisir le moment où le liquide soumis à l'ébullition avait perdu toute sa couleur bleue.

» En effectuant ces expériences, nous avons pu nous assurer que, pour faire disparaître toute la couleur bleue, il fallait employer des volumes de dissolution de sucre interverti d'autant plus grands que la durée de l'expérience était elle-même plus grande. C'est ainsi que, dans les 2 centimètres cubes de la liqueur cupropotassique étendus de 50 centimètres cubes de la solution sodique contenant 75 grammes de soude caustique par litre, nous avons pu verser lentement 40 centimètres cubes de solution de sucre interverti (contenant 1 gramme de sucre par litre), sans faire disparaître toute la coloration bleue, alors même que 12 centimètres cubes de la même

(1) Notre liqueur cupropotassique contenait elle-même 150 grammes de soude caustique par litre.

solution de sucre interverti, versés rapidement, faisaient disparaître cette couleur bleue. Lorsqu'on dilue la liqueur cupropotassique avec de l'eau, la durée de l'expérience, faite dans les conditions ordinaires, n'a qu'une très-faible influence sur les résultats obtenus. Donc, si la présence de la soude peut exercer une action incompatible avec l'exactitude que l'on se propose d'obtenir au moyen de la liqueur Barreswil, il est facile de neutraliser en grande partie cette action nuisible en diluant avec de l'eau la liqueur cupropotassique destinée au dosage des petites quantités de glucose. Ainsi il faut éviter la présence d'un excès de base alcaline dans les solutions cupropotassiques. Nous savons, d'autre part, que la présence de la soude est un élément nécessaire à la constitution de cette liqueur. La question se réduit dès lors à rechercher dans quelle proportion la soude caustique doit faire partie de la liqueur cupropotassique.

» Or les expériences que nous avons faites nous ont permis de constater que, s'il ne faut pas exagérer l'alcalinité de la liqueur cupropotassique, il ne faut pas non plus diminuer cette alcalinité outre mesure; car, si un excès de soude favorise la recoloration des liqueurs bleues décolorées, une alcalinité trop faible ralentit trop la décoloration de la liqueur cupropotassique en présence du glucose.

» Le dosage de petites quantités de glucose avec un faible volume, soit 2 centimètres cubes de liqueur cupropotassique étendus de 50 centimètres cubes d'eau, montre également qu'il est préférable de neutraliser comme précédemment la liqueur cupropotassique qu'on emploie.

» Pendant que les liqueurs cupropotassiques se décolorent sous l'influence du glucose, il se produit un précipité dont la couleur varie du jaune au rouge-brique. Il était intéressant de voir comment ces précipités se comportent à l'égard des solutions de soude caustique et des solutions de tartrate neutre de potasse.

» Dans ce but, nous avons préparé une certaine quantité des deux précipités jaune et rouge, que nous avons délayés dans un peu d'eau; puis un volume constant du produit délayé fut successivement soumis à l'ébullition, savoir : 1° avec 50 centimètres cubes d'eau de Seine; 2° avec 50 centimètres cubes d'une solution sodique, contenant 10 grammes de soude caustique par litre (l'alcalinité était neutralisée par 125 centimètres cubes d'acide sulfurique titré au $\frac{1}{10}$; 3° avec 50 centimètres cubes d'une solution sodique à 80 grammes de soude caustique par litre; 4° avec 50 centimètres cubes d'une solution sodique à 160 grammes de soude caustique par litre.

» Après cinq minutes d'ébullition, les divers mélanges furent laissés au

contact de l'air pendant trois heures. Au bout de ce temps : 1° l'eau de Seine n'était pas colorée; 2° la solution sodique ne contenant que 10 grammes de soude caustique par litre n'avait pas bleui d'une façon sensible; 3° mais les solutions sodiques à 80 grammes et à 160 grammes de soude caustique par litre avaient fortement bleui. L'influence de la soude est donc manifeste; le carbonate de soude agit de même.

» Nous avons terminé ces expériences en faisant bouillir pendant cinq minutes un volume de chacun des deux précipités rouge et jaune avec une dissolution de tartrate neutre de potasse contenant, comme la liqueur de Fehling, 160 grammes de ce sel par litre.

» Après trois heures de repos, la solution qui contenait le précipité rouge n'était pas sensiblement colorée en bleu, tandis que la solution qui contenait le précipité jaune possédait une couleur bleue très-visible.

» Des divers résultats consignés dans cette Note, il résulte que la méthode Barreswil, appliquée au dosage du sucre incristallisable, peut fournir des résultats variables avec la manière dont on l'applique; il résulte, en outre, que cette méthode, pratiquée avec une liqueur peu alcaline (ayant par litre une alcalinité qui peut être neutralisée, n'exige pas plus de 240 centimètres cubes d'acide sulfurique titré au $\frac{1}{10}$), fournit des résultats assez exacts et assez rigoureux pour répondre aux nécessités des transactions commerciales. Cette méthode peut même s'appliquer au dosage des sucres bruts, et fournir des résultats dont l'exactitude atteint, si elle ne dépasse, celle des essais polarimétriques.

» Dans une prochaine Note nous indiquerons pourquoi la solution cupropotassique doit être conservée à l'abri de l'acide carbonique de l'air et quelle est la composition qu'il faut adopter de préférence. »

CHIMIE. — *Acide érythrophénique, réaction nouvelle du phénol et de l'aniline;* par M. E. JACQUEMIN.

« Lorsque l'on traite le phénol par de l'eau chlorée, on n'observe aucune réaction, et l'ammoniaque, ajoutée ensuite au mélange précédent, ne développe pas de coloration.

» On sait que l'aniline au contraire, en suspension dans l'eau, additionnée d'une solution de chlore, prend une teinte rose, qui devient rapidement pourpre, violette, et passe au rouge brun; qu'enfin l'ammoniaque ajoutée à ce dernier moment brunit davantage le liquide.

» Il n'en est plus de même lorsque l'on soumet à l'action de l'eau chlorée un mélange d'une goutte de phénol et d'une goutte d'aniline. J'obtiens, dans ce cas, une coloration rouge rosé persistante, qui bleuit soit par l'ammoniaque, soit par les alcalis ou les carbonates alcalins. Les acides ramènent au rouge le bleu produit par les bases.

» Je crois pouvoir conclure de ce fait : 1° qu'il existe un phénate de phénylamine, car, dans le cas de mélange, l'eau chlorée, qui n'agit pas sur le phénol, donnerait simplement la réaction de l'aniline, si cet alcaloïde était vraiment resté libre; 2° que le corps nouveau engendré dans cette réaction est un acide rouge formant des sels bleus. En attendant son étude, que je poursuis en ce moment, je propose pour ce nouvel acide organique le nom d'acide *érythrophénique*, qui rappelle son origine et la couleur qui le caractérise.

» On prépare directement l'érythrophénate de soude, en faisant agir l'hypochlorite de soude (obtenu par l'hypochlorite de chaux et un léger excès de solution de carbonate de soude, et filtration) sur le mélange de phénol et d'aniline. Le bleu qui se forme possède un pouvoir colorant extraordinaire. En effet, une seule goutte de phénol et autant d'aniline, dilués dans 100 centimètres cubes d'eau, donnent avec l'hypochlorite une liqueur d'un bleu foncé, remarquable par la pureté de sa teinte.

» Lorsqu'à cette faible quantité de phénate d'aniline (deux gouttes du mélange) on ajoute deux litres d'eau, et ensuite l'hypochlorite de soude, la réaction tarde pendant une minute, puis le bleu apparaît, se développe d'une façon très-nette, et acquiert en une heure ou deux une intensité telle, qu'il m'est possible d'affirmer que cette coloration se manifesterait encore en présence de plus de quatre litres d'eau.

» Je n'ai pas cherché l'extrême limite de sensibilité de cette réaction, mais c'est incontestablement l'une des plus sensibles de la Chimie; aussi je la crois appelée à rendre des services dans les recherches toxicologiques de l'aniline ou de l'acide phénique, et dans différents cas d'expertises. Je conseille l'hypochlorite de soude de préférence à l'hypochlorite de chaux, pour faire virer au bleu, parce que l'emploi de ce dernier détermine un précipité qui trouble la transparence et nuit à la beauté de l'effet.

» Les homologues du phénol en présence de l'aniline, ou les homologues de l'aniline en présence du phénol, conduiront-ils à des résultats semblables ou analogues? Mes expériences ont été faites à Strasbourg, avec de l'acide phénique pur et de l'aniline retirée de l'anthranilate de potasse. J'ai toutefois constaté que le phénol et la naphtylamine ne donnent, dans

ces conditions, rien d'utile à noter, et que le pyrogallol et l'aniline ne fournissent qu'un liquide rouge brun sans caractère.

» La persistance de la pureté de teinte de l'érythrophénate de soude pouvait faire espérer des applications à la teinture, mais ce bleu se dégrade au vaporisage; eût-il même résisté que l'extrême facilité de passage du bleu au rouge, par les acides les plus faibles, n'eût pas manqué d'amener sa proscription. En effet, sa sensibilité vis-à-vis des acides est bien supérieure à celle de la teinture de tournesol, ainsi qu'il résultera d'un Mémoire que j'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie. »

CHIMIE. — *Sur le proto-iodure de mercure cristallisé.* Note de M. **P. Yvon**, présentée par M. Bussy.

« Ce corps peut s'obtenir en chauffant, au bain de sable, un ballon contenant du mercure et de l'iode; ce dernier est renfermé dans un petit tube suspendu au centre du ballon. Dans cette disposition, la vapeur mercurielle étant en excès, on obtient des cristaux toujours souillés par elle; aussi les premières analyses m'ont donné 64,2, 64,3 pour 100 de mercure, au lieu de 61,16.

» Cet excès de mercure s'enlève en lavant les cristaux avec de l'acide azotique étendu; l'analyse m'a alors donné les nombres suivants : 61,64, 61,76. En prolongeant un certain temps l'action de l'acide azotique, ces cristaux sont devenus rouge orangé, et cela sans changer de composition.

» Le procédé qui permet d'obtenir d'une façon régulière le proto-iodure de mercure cristallisé consiste à chauffer au bain de sable, en matras scellés, de l'iode et du mercure en proportions indiquées par les équivalents. La température ne doit pas dépasser 250 degrés. En retirant immédiatement le matras du bain de sable, on constate que sa partie supérieure est tapissée de cristaux d'un très-beau rouge, qui deviennent jaunes par refroidissement. Les cristaux ainsi obtenus sont bien définis, d'un jaune un peu orangé, et atteignent un volume parfois assez considérable, surtout lorsqu'ils se réunissent pour former des paillettes, dont quelques-unes mesurent 15 à 18 millimètres de longueur. Les plus petites de ces paillettes sont flexibles.

» Ces cristaux, directement soumis à l'analyse, m'ont donné les nombres suivants :

1° Pour le mercure..........	61,28		
»	61,20		
»	61,04		
Moyenne......	61,17 pour 100.	Théorie,	61,16;
2° Pour l'iode..............	39,27		
»	38,40		
»	38,61		
Moyenne......	38,76 pour 100.	Théorie,	38,83.

» La forme cristalline se rattache au système orthorhombique. M. G. Bouchardat, qui a bien voulu les examiner, les caractérise ainsi : Combinaison habituelle des faces : *h*, *p*, *g*; faces secondaires, *b* et *e*; angle $b^{\frac{1}{4}} b^{\frac{1}{4}} = 97°,12$ (environ); angle $ee = 131°,20$ (environ).

» Examinés à la lumière monochromatique du sodium, ces cristaux paraissent d'un vert clair éclatant.

» Soumis à l'action de la chaleur, le proto-iodure de mercure cristallisé devient rouge. Ce changement de coloration commence vers 70 degrés, et la teinte se fonce de plus en plus. A 220 degrés, ces cristaux sont d'un rouge grenat magnifique. Par refroidissement, ils reprennent leur couleur primitive. Il est curieux de rapprocher ce phénomène de celui, exactement inverse, présenté par le biiodure.

» Si l'on chauffe avec précaution le proto-iodure cristallisé, il se sublime entièrement sans décomposition (cette sublimation commence vers 190 degrés); mais à 220 degrés les cristaux se ramollissent. Ils fondent à 290, en un liquide noir qui entre en ébullition à 310 degrés.

» Si, au contraire, on le chauffe brusquement, il se décompose en donnant du mercure métallique et un sublimé d'un jaune assez clair. On pourrait croire que ce corps est un iodure plus riche en iode; il n'en est rien. Je donne sous toutes réserves les résultats qui suivent, vu la difficulté d'obtenir, dans ces conditions, un composé pur.

» L'évaluation directe de la quantité de mercure abandonnée par la sublimation brusque du proto-iodure peut être fixée à 8 pour 100 (ce chiffre, ainsi que les suivants, est la moyenne d'un grand nombre de sublimations; toutes ont varié dans une limite qui ne dépasse pas 1,5 pour 100). L'iodure sublimé devrait donc renfermer à peu près 61,16 – 8 ou 53,16 de mercure; or j'en trouve 58. Voici, du reste, sa composition en centièmes :

Mercure	58
Iode	40
Oxygène (par différence)	2
	100

» Le sublimé serait donc un oxy-iodure répondant à peu près à la formule

$$Hg^{14}O^{6}I^{7} = 6HgO, 7HgI.$$

» La théorie donne, en centièmes :

Mercure	58,11
Iode	39,74
Oxygène	2,14
	99,99

» Cet oxy-iodure est d'un beau jaune clair, aussitôt après sa préparation, et en paillettes cristallines brillantes; mais, assez rapidement et surtout à la lumière, il devient jaune orangé et, à la longue, rouge-brique. Il diminue également beaucoup de volume, les paillettes se repliant sur elles-mêmes; il semble alors pulvérulent.

» Ce travail a été fait à l'École de Pharmacie, au laboratoire des travaux pratiques. »

SÉRICICULTURE. — *Note sommaire sur l'état de la Sériciculture en 1873*; par M. F.-E. Guérin Méneville.

« Mes observations, commencées avant 1846, ont été continuées sans interruption jusqu'à ce jour, grâce, en partie, à des missions que l'Académie des Sciences, la Société centrale d'Agriculture de France et le Ministère de l'Agriculture et du Commerce m'ont fait l'honneur de me confier. Cette année encore, j'ai complété mes recherches scientifiques par des observations dans la grande pratique, les seules qui puissent, en définitive, confirmer ou infirmer les données fournies par la Science. J'ai observé l'épizootie des vers à soie dans diverses contrées de la France et de l'Italie, et j'ai la satisfaction de pouvoir dire encore, ainsi que je l'ai annoncé dans des travaux antérieurs, que l'intensité de l'épidémie continue de décroître dans certaines de ces contrées.

» Malheureusement cette diminution d'intensité du mal a marché lentement, comme cela s'observe dans toutes les grandes épidémies; mais il est évident que, après avoir parcouru sa période de croissance, elle est aujourd'hui et généralement dans sa période de décroissance, surtout dans des

localités placées dans des conditions favorables, comme certaines contrées montagneuses des départements des Hautes et Basses-Alpes, du Var, des Pyrénées, etc., etc.

» Dans plusieurs Rapports et Communications, j'ai présenté des documents statistiques et des observations démontrant ce que j'avance. Ainsi j'ai établi depuis plusieurs années, et tous les sériciculteurs ont constaté cette vérité générale, que l'on ne peut obtenir de récoltes de cocons dans certains départements, grands producteurs de soie, qu'en employant des graines produites au Japon. Ces races japonaises, pourvues d'une vitalité énergique, peuvent seules résister d'abord aux influences épidémiques; mais leur descendance ne tarde pas à être atteinte, et il faut, chaque année, recourir au Japon pour en importer, à grands frais, de nouvelles graines.

» Ce fait de l'impossibilité, sinon absolue, du moins très-générale, de reproduire ces races japonaises dans les localités contaminées, m'a fourni un moyen infaillible d'apprécier l'intensité de l'épidémie dans les diverses contrées séricicoles de la France. En effet, puisque les races japonaises contractent généralement la maladie dans les contrées encore soumises aux influences épidémiques, on doit en conclure que, dans les pays où ces races dominent, l'épidémie est encore dans toute sa force. De plus, dans ces contrées, nos races locales, affaiblies dans leur constitution, se comportant comme les exotiques, sont atteintes par l'épidémie dès la première introduction et ne peuvent même donner, comme celles-ci, une première récolte, tandis qu'elles réussissent et peuvent déjà être reproduites, pendant plusieurs années de suite, dans les localités guéries ou en voie de guérison.

» Guidé par cette observation générale, il m'est facile d'apprécier l'état sanitaire des vers à soie d'une contrée que je visite, en examinant les récoltes chez les éducateurs, et les cocons dans les marchés ou dans les approvisionnements des filateurs. Il est évident que, là où l'on ne peut élever que des races japonaises, le mal est encore dans toute son intensité. Il est moins fort dans les pays où l'on trouve des éducations de races locales, mêlées à des éducations de races japonaises. Il a plus ou moins disparu dans ceux où l'on voit dominer nos races locales et surtout dans ceux où l'on peut les reproduire pendant plusieurs générations de suite.

» En effet, comme le but de nos éducateurs est, avant tout, de tirer le meilleur parti possible de leur travail et de la feuille de leurs mûriers, et qu'une éducation faite avec les vers de nos races locales rend plus qu'une même éducation faite avec la meilleure race du Japon, on comprend qu'ils

s'empressent d'adopter ces races locales toutes les fois que la diminution d'intensité de l'épidémie leur permet de le faire avec quelque chance de succès.

» Cette année encore, j'ai employé ce moyen d'appréciation, pour juger l'état de la sériciculture dans onze de nos principaux départements producteurs de soie (1). Dans presque tous ceux où l'on ne peut encore réussir qu'avec les races japonaises, j'ai constaté des faits isolés de succès avec nos races locales, ce qui indique une certaine diminution du mal. Je me bornerai à citer ici, comme exemples, quelques-unes de ces observations.

» Dans les départements de la Drôme et de Vaucluse, il s'est présenté, chaque année, un assez grand nombre de ces réussites obtenues avec des graines produites dans les Basses-Alpes, entre autres, et même dans le pays, soit qu'elles aient été confectionnées suivant la méthode scientifique préconisée par M. Pasteur, ou suivant la méthode de sélection pratique. Comme partout, du reste, ces deux sortes de graines ont donné, là aussi, un plus grand nombre d'échecs que de réussites, et, en définitive, les cocons de nos races locales se sont toujours trouvés en très-faible minorité dans des récoltes, assez abondantes cependant, parce qu'elles étaient composées de cocons de races japonaises de première importance.

» Dans les départements du Gard et de l'Hérault, il en a été à peu près de même et ce sont aussi les graines du Japon qui ont donné, dans la plupart des cas, une récolte presque aussi abondante que celle de l'année dernière. J'ai pu remarquer là que bien des graines introduites pour cette campagne séricicole appartenaient à des races japonaises supérieures, car beaucoup des récoltes que j'ai vues se composaient de cocons de couleur verte, aussi beaux comme grosseur, finesse de tissu et richesse en soie que ceux de nos races locales jaunes.

» Là aussi les éducateurs qui ont voulu élever des vers de nos races locales ont remarqué la diminution d'intensité de l'épidémie. Ils ont constaté que la gattine (ou pébrine), qui était d'abord la maladie dominante, sévissait très-rarement et que c'était la flacherie qui se montrait presque exclusivement.

» Cette ancienne maladie, non moins meurtrière que la gattine, en diffère parce qu'elle ne sévit pas dès le début des éducations et à tous les âges des vers, mais qu'elle ne les atteint qu'à l'approche du moment où ils

(1) Rhône, Vaucluse, Drôme, Gard, Hérault, Aveyron, Lozère, Bouches-du-Rhône, Alpes-Maritimes, Var et Basses-Alpes.

vont faire leur cocon. Ainsi que le disait devant moi, au Vigan, M. le marquis de Ginestous, propriétaire de mûriers et séricicultеur éminent, ces vers peuvent être comparés aujourd'hui à des hommes atteints d'une épidémie, qui succombaient d'abord jeunes et dont le mal, diminuant d'intensité, ne les fait actuellement mourir qu'à un âge plus avancé.

» Si l'intensité de l'épidémie commence à faiblir dans les localités dont je viens de citer quelques-unes, on peut dire qu'elle est sur le point de disparaître dans beaucoup de localités des départements du Var, des Alpes-Maritimes, et des Hautes et Basses-Alpes (1). En effet, dans ces contrées, et déjà depuis plusieurs années, on ne voit presque plus de ces cocons verts de races japonaises, et toutes les récoltes sont composées de ces beaux cocons jaunes dont la valeur est supérieure sur les marchés. Presque toutes les éducations réussissent, comme dans les temps antérieurs à l'invasion de l'épidémie, et les échecs sont rentrés dans les proportions anciennes, provenant des mêmes causes, telles que défaut de soins bien entendus, mauvaise disposition des locaux, etc. Là presque tous les éducateurs intelligents et soigneux, qui font leur graine suivant les procédés d'une bonne sélection, réussissent. Les *vastes grainages* même, condamnés cependant par tous les éducateurs prudents, produisent assez souvent de bonnes graines, quand ils sont exécutés par des séricicultеurs consciencieux et habiles, soit d'après la méthode scientifique, soit par la simple sélection pratique; les uns et les autres, surtout dans ces contrées, donnent une assez bonne proportion de réussites.

» La diminution d'intensité de l'épidémie des vers à soie est donc chaque année plus évidente, et l'on peut espérer que bientôt notre sériciculture sera complétement rentrée dans son état normal. Si nous ne vendons pas de graines aux Chinois et aux Japonais, du moins nous pourrons nous abstenir de leur en acheter. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

---

(1) Il en est de même dans les Pyrénées, en Espagne, en Toscane, etc., et c'est pourquoi toutes les méthodes de grainage y réussissent.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 23 juin 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Des régions botaniques de l'Hérault, avec une appréciation préliminaire des causes qui nous privent, depuis un siècle, d'une flore de Montpellier; par M. H. LORET. Montpellier, typ. Boehm, 1873.

Note sur cinquante plantes des herbiers de Montpellier et quelques autres espèces nouvelles pour la flore de l'Hérault; par M. H. LORET. Paris, Martinet, sans date; br. in-8°.

De l'obésité et de son traitement; par le Dr L. VACHER. Paris, Savy, 1873; br. in-8°.

The quarterly Journal of the geological Society; vol. XXIX, n° 114. London, Longmans, Green, Reader and Dyer, 1873; in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 30 juin 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Ostéographie des cétacés vivants et fossiles, etc.; par MM. VAN BENEDEN et P. GERVAIS; liv. 9 et 10. Paris, A. Bertrand, 1873; in-4°, texte et planches.

Compte rendu des travaux de la Société de Médecine, Chirurgie et Pharmacie de Toulouse, depuis le 12 juin 1872 jusqu'au 11 mai 1873; 73e année, 1873. Toulouse, imp. Douladoure; 1873; in-8°.

De la galvanocaustie thermique; par le Dr E. BOECKEL. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1873; in-8°.

Traité de l'aspiration des liquides morbides, etc.; par le Dr G. DIEULAFOY. Paris, G. Masson, 1873; in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1873.)

Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques, publié sous la direction du Dr JACCOUD; t. XVII : GROS-HU. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1873; in-8°.

H. DE PARVILLE. *Causeries scientifiques;* 12e année, 1872. Paris, J. Rothschild, 1873; in-12.

La genèse des espèces. Études philosophiques et religieuses sur l'Histoire natu-

relle et les naturalistes contemporains; par H. DE VALROGER, prêtre de l'Oratoire. Paris, Didier et Cie, 1873; in-12.

Tables pour le calcul des conduites d'eau d'après les formules de Darcy; par J. GAY. Zurich, 1872; br. in-18.

Étude préhistorique sur la Savoie, spécialement à l'époque lacustre (âge du bronze); par A. PERRIN. Paris, C. Reinwald; Chambéry, A. Perrin, 1870; in-4°, texte et planches.

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs; 4e série, t. VI, 1870-1871. Besançon, imp. Dodivers, 1872; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Savoie; 2e série, t. XII. Chambéry, imp. F. Puthod, 1872; in-8°.

E. DIAMILLA-MULLER. *Letture scientifiche per il popolo italiano;* Lettura IX : *Le aurore polari.* Milano, Dumolard; Parigi, Gauthier-Villars, 1873; in-12.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JUIN 1873.

Annales de l'Agriculture française; juin 1873; in-8°.

Annales du Génie civil; juin 1873; in-8°.

Annales industrielles; n°s 23 à 26, 1873; in-4°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, n^os des 1, 8, 15, 22, 29 juin 1873; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 186, 1873; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 5, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Revue bibliographique E, 1873; in-8°.

Bulletin des séances de la Société entomologique de France; n°s 3 à 5, 1873; in-8°.

Bulletin du Comice agricole de Narbonne; n° 6, 1873; in-8°.

Bulletin des séances de la Société centrale d'Agriculture de France; n° 6 1873; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; juin 1873; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; mai 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; n° 2, 1873; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; n^os des 15 et 30 juin 1873; in-8°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 6, 1873; in-8°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio romano; n° 5, 1873; in-4°.

Chronique de l'Industrie; n°s 70 à 73, 1873; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n°s 22 à 26, 1er semestre 1873; in-4°.

Gazette de Joulin, n°s 17 et 18, 1873; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 63 à 75, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n°s 23 à 26, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Bordeaux; n° 11, 1873; in-8°.

Iron, n°s 21 à 24, 1873; in-4°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; mai 1873; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n°s 23 à 26, 1873; in-8°.

Journal de l'Agriculture; n°s 217 à 220, 1873; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n°s 11, 12, 1873; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; juin 1873; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; juin 1873; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; 15 et 30 juin 1873; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; n°s 8 à 11, 1873; in-folio.

Journal de Physique théorique et appliquée; juin 1873; in-8°.

Journal médical de la Mayenne; n° 3, 1873; in-8°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n°s 12 à 15, 1873; in-8°.

L'Abeille médicale; n°s 23 à 26, 1873; in-4°.

L'Aéronaute; mai 1873; in-8°.

L'Art dentaire; juin 1873; in-8°.

L'Art médical; juin 1873; in-8°.

L'Imprimerie; mai 1873; in-4°.

La Nature; n°s 1 à 4, 1873; grand in-8°.

La Revue médicale française et étrangère; n°s des 14, 21, 28 juin 1873; in-8°.

La Tempérance; n°s 1 et 2, 1873; in-8°.

La Tribune médicale; n°s 251 à 254, 1873; in-8°.

Le Gaz; n° 12, 1873; in-4°.

Le Messager agricole; n° 5, 1873; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; n°s 11 à 13, 1873; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; juin 1873; gr. in-8°.

Les Mondes; n°s 6 à 9, 1873; in-8°.

Magasin pittoresque; juin 1873; in-4°.

Marseille médical; nos 5 et 6, 1873; in-8°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; liv. 2, 1873; in-8°.

Montpellier médical. Journal mensuel de Médecine; juin 1873; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* novembre 1872 et mai 1873; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; juin 1873; in-8°.

Proceedings of the London mathematical Society; nos 54, 55, 1873; in-8°.

Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; Napoli, n° 5, 1873; in-4°.

Répertoire de Pharmacie; nos 11 et 12, 1873; in-8°.

Revue d'Artillerie; juin 1873; in-8°.

Revue bibliographique universelle; juin 1873; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; juin 1873; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n° 12, 1873; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 22 à 24, 1873; in-8°.

Revue maritime et coloniale; juin 1873; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; juin 1873; in-8°.

Revue scientifique; nos 49 à 52, 1873; in-4°.

Revue des Sciences naturelles; t. II, n° 1, 1873; in-8°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; nos 9, 10, 1873; in-8°.

Société des Ingénieurs civils; n° 10, 11, 1873; in-4°.

The Canadian patent office record; nos 1, 2, 1873; in-8°.

The Food Journal; n° 41, 1873; in-8°.

ERRATA.

(t. LXXVI, 1er semestre de 1873).

Page 498, ligne 7, après les mots : *Leçons sur l'élasticité*, ajouter : et où q désigne $S\omega\xi$.

» ligne 15, *au lieu de* Ψ, *lisez* ψ.

Page 499, ligne 3, *au lieu de* $V = A$, *lisez* $V^2 = A$.

» ligne 10, *au lieu de* § 22, *lisez* § 23.

Page 504, ligne 18, *au lieu de* $\mathfrak{C}' = \mathfrak{C}\varphi$, *lisez* $\mathfrak{C}' = \mathfrak{C}'\varphi$.

Page 505, ligne 13, 2e formule, *au lieu de* K, *lisez* K^2; 3e formule, *au lieu de* V, *lisez* V^2.

Page 724, lignes 1 et 5, *au lieu de* N et de τ_i, *lisez* N_i et T_i.

FIN DU TOME SOIXANTE-SEIZIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1873.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME LXXVI.

A

B

C

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

N

O

P

Q

R

T

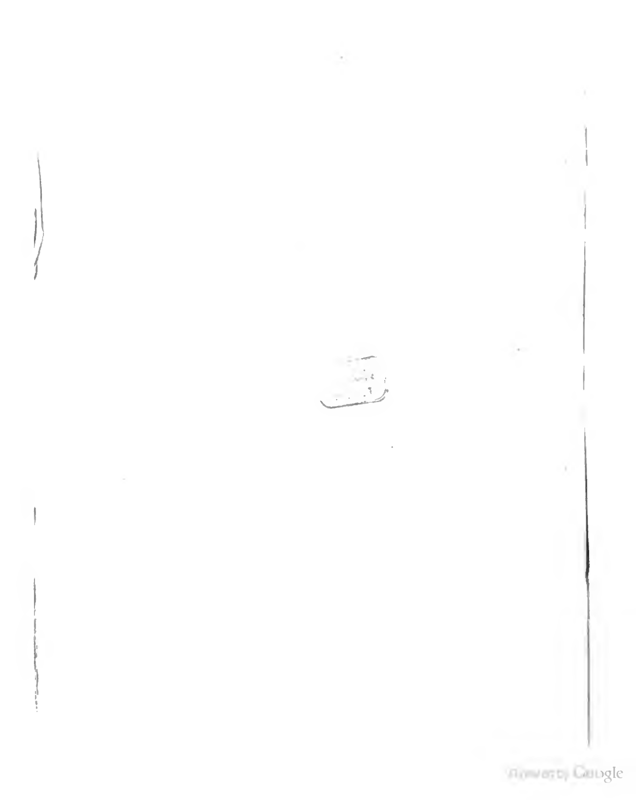
V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Paris. — Quai des Augustins, 55.




Google

